

7. Juni 2013

Altlast O 45 „Imprägnieranstalt Enns“

Prioritätenklassifizierung (§14 Altlastensanierungsgesetz)



Zusammenfassung

Beim Altstandort „Imprägnieranstalt Enns“ handelt es sich um einen rund 11 ha großen Standort, auf dem etwa 1869 bis 1972 eine industrielle Holzimprägnierungsanlage betrieben wurde. Ausgehend vom Standort der Kesselimprägnierung hat sich auf einer Fläche von rund 30.000 m² eine Teerölphase am Stauer ausgebreitet, lokal sind auch Verunreinigungen der ungesättigten Zone im Bereich des Altstandortes vorhanden. Im Bereich der Teerölphase ist das Grundwasser massiv mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und untergeordnet mit aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) belastet. Im Grundwasserabstrom wurden generell nur geringe Schadstoffgehalte nachgewiesen, es ist nur eine kurze Schadstofffahne ausgebildet. Die abströmenden Schadstofffrachten sind gering.

Die erheblich kontaminierten Bereiche stellen eine erhebliche Gefahr für die Gesundheit der Menschen und die Umwelt dar. Es wird eine Einstufung in die Prioritätenklasse 2 vorgeschlagen.





1 LAGE DES ALTSTANDORTES UND DER ALTLAST

Bundesland: Oberösterreich
 Bezirk: Linz-Land
 Gemeinde: Enns
 KG: Lorch (45107)
 Grundstücksnr.: Altstandort: 387/1, 387/3, 390/1, 390/2, 390/3, 390/4,
 390/6, 390/7, 525/1, 525/2, 1700/1, 1726/13
 Altlast: .236, 343/6, 343/7, 344/1, 357, 358, 359,
 360/1, 360/3, 361/2, 361/5, 361/9, 365/1,
 365/6, 387/1, 387/3, 390/1, 390/6, 1700/1

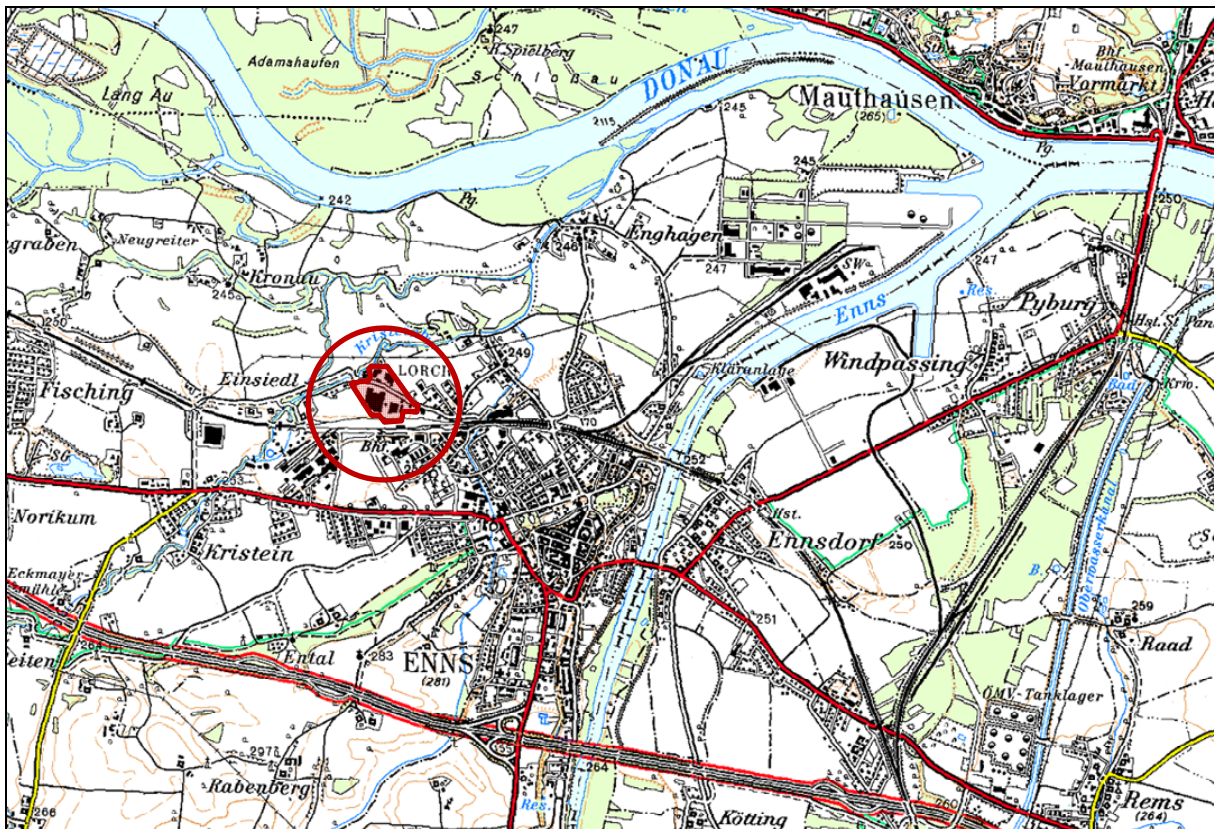


Abb.1: Übersichtskarte

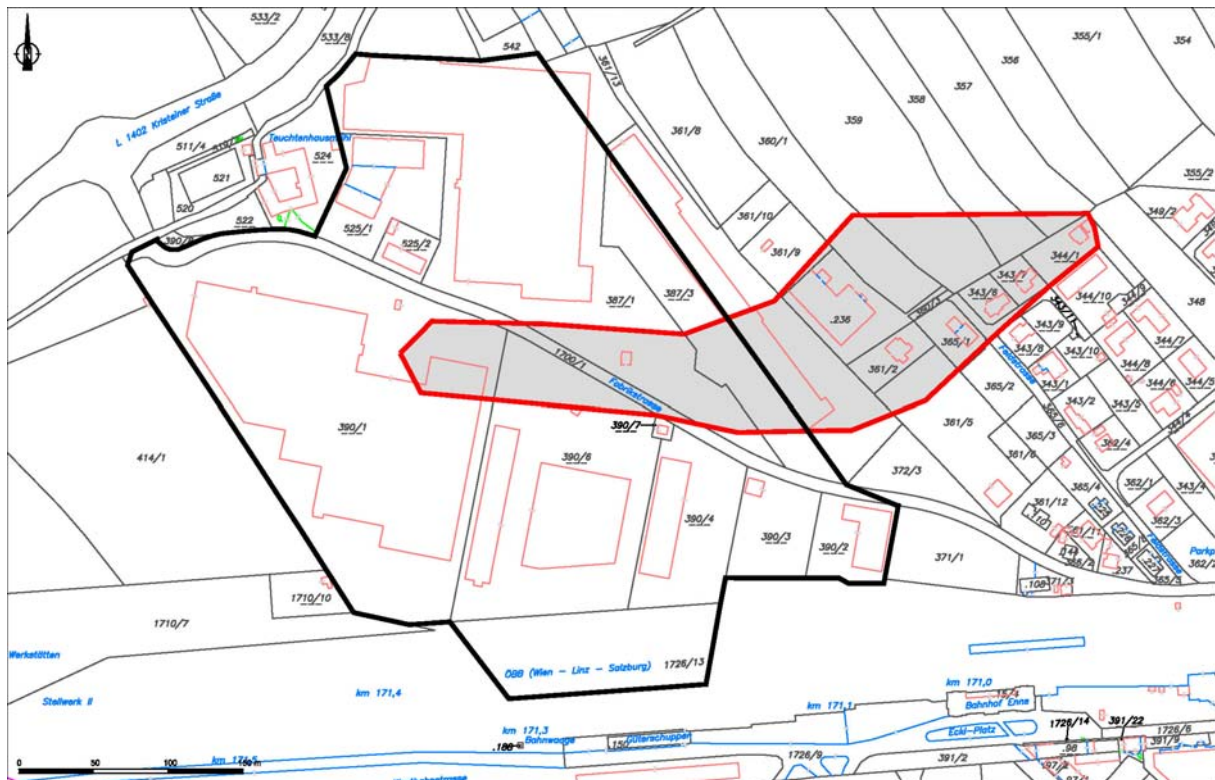


Abb.2: Lage des Altstandortes (schwarze Linie) und der Altlast (rote Linie, grau hinterlegt) im Katasterplan

2 BETRIEBLICHE ANLAGEN UND TÄTIGKEITEN

2.1 Betriebliche Anlagen und Tätigkeiten

Der Altstandort „Imprägnieranstalt Enns“ liegt unmittelbar nördlich des Bahnhofes der Stadt Enns. Im Bereich des Altstandortes wurde im Zeitraum von 1869 bis 1972 eine industrielle Holzimprägnierung betrieben. Es wurden vor allem Eisenbahnschwellen und Leitungsmasten imprägniert. Als Imprägniermittel wurden sowohl Steinkohlenteeröl als auch Zinkchlorid und verschiedene schwermetallhaltige Schutzsalzgemische eingesetzt.

Dem früheren technischen Entwicklungsstand des Holzschutzes bzw. der Holzimprägnierung folgend wurden im Lauf der Zeit auch unterschiedliche Imprägnierverfahren eingesetzt. Während bis Anfang des 20. Jahrhunderts mobile Imprägnieranlagen zum Einsatz kamen, wurde ab Mitte des 20. Jahrhunderts ausschließlich mit Kesseldruckimprägnierungsanlagen gearbeitet. Dabei kamen wiederum unterschiedliche Imprägnierverfahren zur Anwendung (z.B. gemischte Verfahren, Doppelverfahren, Teeröl-Rüping- bzw. -Sparverfahren).

In Abb.3 ist die historische Nutzung des Altstandortes dargestellt. Nördlich des eigentlichen Betriebsbereiches fanden nach Betriebsstillegung Verfüllungsmaßnahmen statt, vermutlich wurde dabei auch Material aus dem Bereich der Imprägnierungsanlage herangezogen. Im südlichen Bereich des Altstandortes wurde eine mobile Imprägnieranlage betrieben, nähere Angaben zu Dauer und Umfang dieser mobilen Imprägnierung sind nicht bekannt.



Während des Betriebes kam es vor allem durch Manipulationsverluste im Bereich der Produktionsanlagen aber auch durch Tropfverluste bei der Lagerung der frisch imprägnierten Hölzer zu Verunreinigungen des Untergrundes. Der zentrale Anlagenbereich mit Lagerflächen des Altstandortes „Imprägnieranstalt Enns“ war rund 11 ha groß.

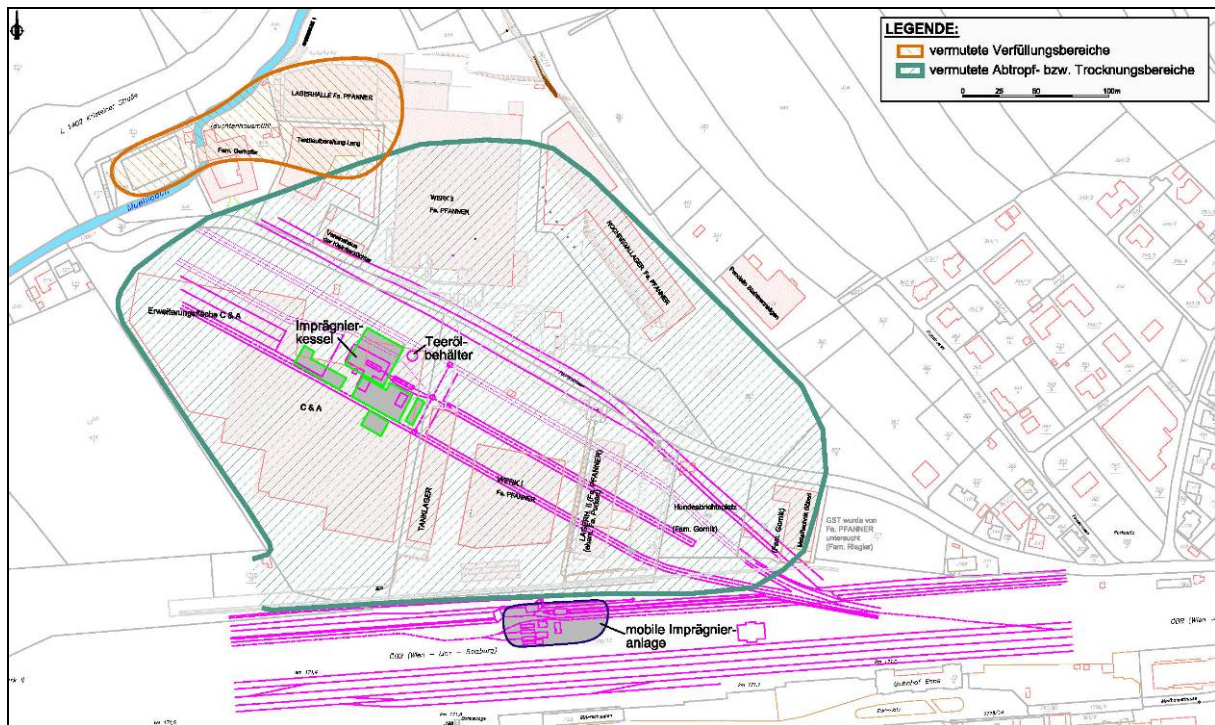


Abb.3: historische Nutzung des Altstandortes (Lage der Betriebsanlagen)

2.2 Untergrundverhältnisse

Der Standort befindet sich im Bereich grobkörniger quartärer Lockersedimente (sandige Kiese) der Austufe der Donau, die von schluffig-tonigen Sedimenten (Schlier) unterlagert werden. Die Geländeoberfläche befindet sich auf etwa 249 bis 251 m ü.A. und ist im Wesentlichen eben. Unter unterschiedlich mächtigen Anschüttungen oder Deckschichte (Ausand, Sand-Schluff) zeigen die anstehenden, sehr gut durchlässigen Kiese eine Mächtigkeit von rund 6 bis 10 m. Die Durchlässigkeit der Kiese beträgt zwischen 9×10^{-4} bis 9×10^{-3} m/s. Die Oberkante des grundwasserstauenden Schliers befindet sich auf etwa 234,2 bis 236,6 m ü.A. Das Relief der Staueroberkante weist gemäß den vorliegenden Aufschlüssen eine Rinne mit einer Längserstreckung in Richtung Ostnordost auf, die kleinräumige Struktur ist nicht bekannt.

Der Flurabstand beträgt im Bereich des Altstandortes rund 5,5 bis 8 m, die Grundwasserströmungsrichtung ist generell etwa nach Nordost gerichtet. Das Gefälle des Grundwasserspiegels beträgt zwischen 0,10 bis 0,15 %. Der spezifische Grundwasserdurchfluss im Bereich des Altstandortes kann mit rund $2,7 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$ abgeschätzt werden, für die gesamte Standortbreite ergeben sich rund $350 \text{ m}^3/\text{d}$.

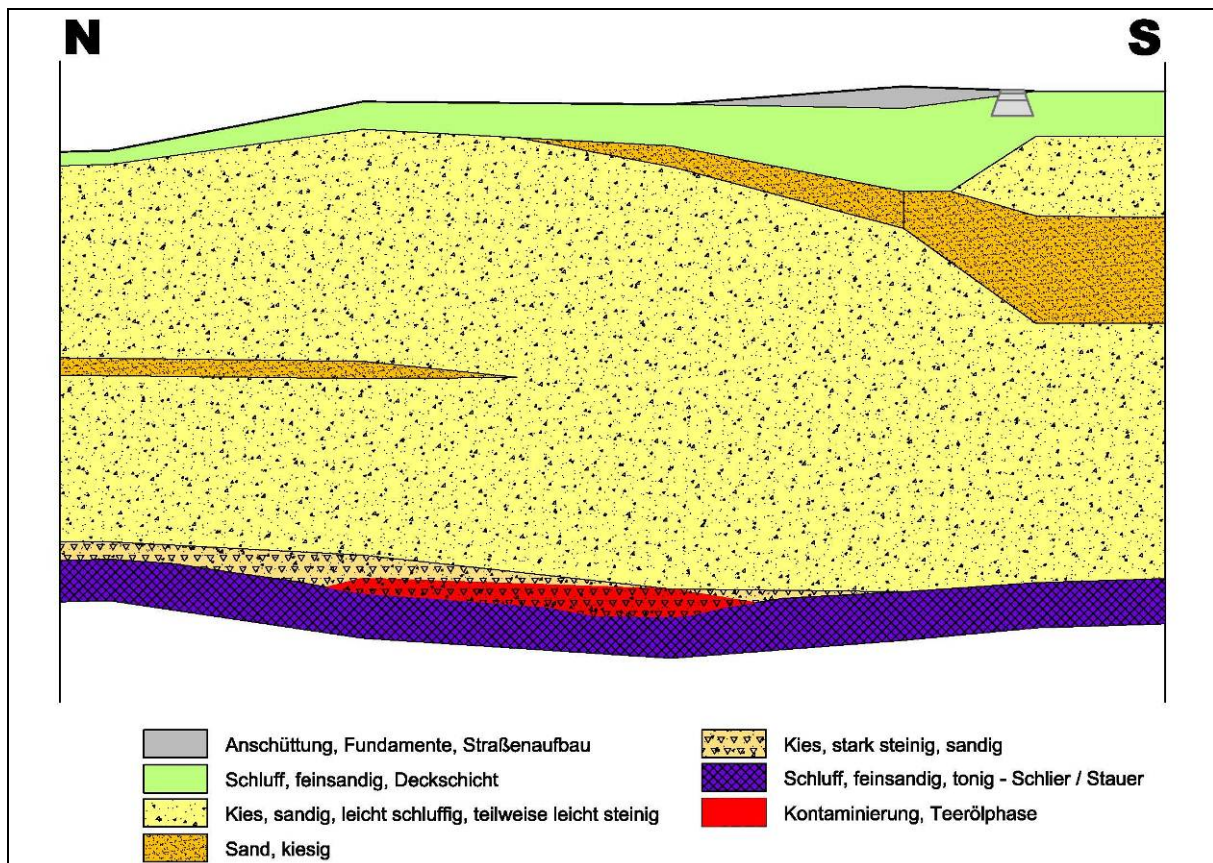


Abb.4: schematischer Schnitt Nord-Süd Darstellung der Teerölphase

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Der Großteil des Altstandortes ist durch Betriebsgebäude verschiedener Gewerbebetriebe bebaut. In der Umgebung des Altstandortes bestehen vor allem landwirtschaftlich genutzte Flächen. Unmittelbar westlich und rund 150 m östlich befinden sich mehrere Einfamilienhäuser, südlich des Altstandortes befindet sich der Bahnhof Enns.

Das Grundwasser am Altstandort wird von mehreren Gewerbebetrieben zu Nutzwasserzwecken genutzt. Der Teilstrom des entnommenen Wassers der als Kühlwasser verwendet wird, wurde lange Jahre im zentralen Bereich des Altstandortes wiederversickert. Seit einigen Jahren finden die Versickerungen im nördlichen Randbereich des Altstandortes sowie Ableitungen in den Kristeinbach statt. Im Abstrom des Altstandortes befinden sich vereinzelt Hausbrunnen, Trinkwassernutzungen sind im Abstrom keine bekannt.

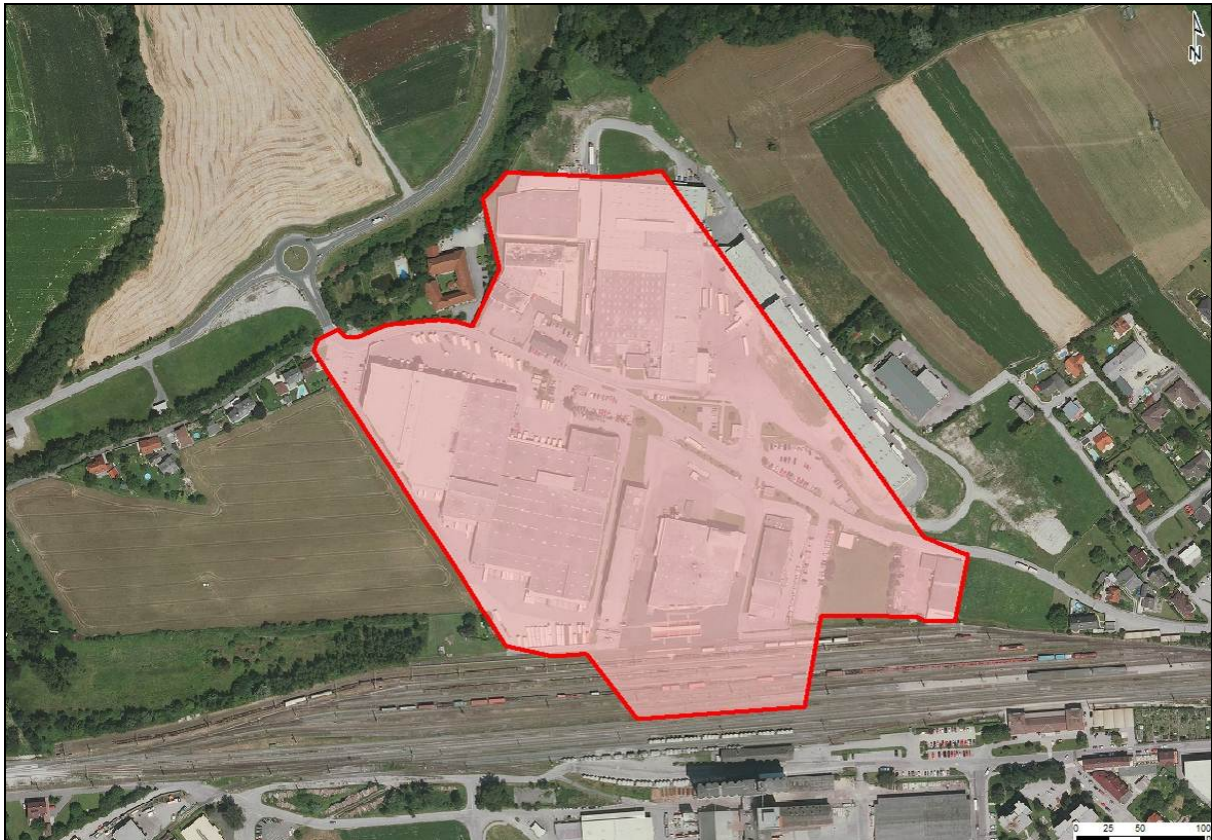


Abb.5: Luftbild mit Grenze des Altstandortes (Befliegung 2010)

3 UNTERSUCHUNGEN

3.1 Untersuchungen 1996 bis 1998

Im Bereich des Altstandortes „Imprägnieranstalt Enns“ wurden im Zuge von ergänzenden Untersuchungen gemäß § 13 Abs. 1 ALSAG im Zeitraum von 1996 bis 1998 folgende Untersuchungen durchgeführt.

- Abteufen von 75 Trockenkernbohrungen bis 5 m unter GOK
- Entnahme von 81 Feststoffproben und chemische Analyse
- Errichtung von 10 Grundwassermessstellen (DN 220) sowie Entnahme und Untersuchung von Grundwasserproben aus den neu errichteten Grundwassermessstellen sowie bestehenden Brunnen und Messstellen

3.1.1 Erkundung des Untergrundes

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im Sommer 1997 im Bereich des Altstandortes insgesamt 75 Trockenkernbohrungen bis 5 m unter GOK abgeteuft. Im Inneren von Hallen betrug der Bohrdurchmesser 50 mm, im Freien mindestens 100 mm. Zeitgleich wurden insgesamt 8 Grundwassermessstellen mit einem Ausbau bis zum Grundwasserstauer errichtet. Aus den Aufschlüssen wurden insgesamt 64 Feststoffproben aus der wasserungesättigten Zone und 17 Proben aus der wassergesättigten Zone oder dem Grundwasserschwankungsbereich entnommen.



Im Zuge der Untergrundaufschlüsse wurden im ungesättigten Bereich lediglich in zwei Bereichen organoleptische Auffälligkeiten festgestellt, im Bereich der ehemaligen Imprägnieranlage sowie im nördlichen Auffüllungsbereich. Im gesättigten Bereich wurden massive Kontaminationen vor allem im Bereich des Grundwasserstauers festgestellt, es wurde eine Teerölphase mit einer Mächtigkeit bis zu 1,5 m angetroffen. An den entnommenen Feststoffproben wurden Gesamtgehalte bestimmt, in Tab. 1 sind die Analyseergebnisse zusammenfassend dargestellt.

Tab. 1: Schadstoffbelastungen des Untergrundes für ausgewählte Parameter im Bereich des Altstandortes

| Parameter | Einheit | Messwerte | PW | MSW | g.b. | b. | st.b. |
|--------------|----------|----------------------|------|-------|------|----|-------|
| Arsen | mg/kg TM | <3 – 43 | 40 | 100 | 80 | 1 | - |
| Chrom gesamt | mg/kg TM | <2 – 60 | 100 | 600 | 81 | - | - |
| Kupfer | mg/kg TM | <2 – 130 | 100 | 1.000 | 80 | 1 | - |
| Quecksilber | mg/kg TM | <0,1 – 1,0 | 2 | 20 | 81 | - | - |
| Zink | mg/kg TM | 3,7 – 3.800 | 300 | 2.000 | 71 | 2 | 8 |
| KW | mg/kg TM | <5 – 12.000 | 500 | 1.000 | 73 | 2 | 6 |
| BTX | mg/kg TM | <0,03 – 3,92 | 10 | 30 | 76 | - | 5 |
| PCP | mg/kg TM | <0,01 – 0,25 | 0,2* | | 80 | 1 | |
| PCB (6) | mg/kg TM | <0,006 – 2,1 | 1 | 10 | 80 | 1 | - |
| PAK (16) | mg/kg TM | <0,3 – 17.000 | 10* | 100* | 56 | 12 | 13 |
| PAK (6) | mg/kg TM | <0,06 – 2.409 | 10 | 100 | 63 | 8 | 10 |

* Orientierungswert lt. Baden Württemberg

PW, MSW Prüfwert, maßnahmenschwelienwert nach ÖNORM S 2088-1alt

g.b. gering belastet

b. belastet

st.b. stark belastet

Die erhöhten Zinkgehalte waren vor allem in den oberflächennahen Schichten nachweisbar, die untersuchten organischen Schadstoffe wurden vor allem im gesättigten Bereich festgestellt.

3.1.2 Grundwasseruntersuchungen

Im Sommer 1997 wurden insgesamt 8 Grundwassermessstellen errichtet (GS 1 bis GS 8), im Mai 1998 wurden zur lateralen Abgrenzung zusätzlich 2 Messstellen (GS 9 und GS 10) errichtet. Der Ausbau der Grundwassermessstellen erfolgte generell bis zum Stauer in Tiefen von 13,8 bis zu 15,7 m unter GOK.

Zur Beurteilung der Grundwasserqualität wurden im Mai 1997 vor Errichtung der Grundwassermessstellen Proben aus 12 bestehenden Brunnen im Bereich des Altstandortes entnommen. Nach Errichtung der neuen Grundwassermessstellen wurden an 3 weiteren Terminen (Sep 97, Dez 97 und Jul 98) Grundwasserproben aus den neuen Messstellen und ausgewählten Brunnen entnommen. Beim letzten Untersuchungsdurchgang wurden zusätzlich Schöpfproben und tiefengestaffelte Proben an ausgewählten Messstellen entnommen.

Grundsätzlich wurden die entnommenen Grundwasserproben auf die Parameter Parameterblock 1 der WGEV, Cyanid, Sulfid, Sulfid, Metalle (Arsen, Blei, Chrom, Eisen, Kupfer, Mangan, Nickel, Quecksilber, Zink), Summe KW (KW-IR), leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK, 16 Einzelsubstanzen nach US-EPA), polychlorierte Biphenyle (PCB, 6 Einzelsubstanzen), adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX), Pentachlorphenol (PCP) und Phenolindex bestimmt. Beim letzten Untersuchungsdurchgang wurde der Parameterumfang auf PAK, Summe KW, BTEX, PCB und Phenolindex eingeschränkt.



In Tab. 2 ist die Auswertung der Grundwasseranalysergebnisse für den Leitparameter PAK entsprechend den 1998 gültigen Orientierungswerten dargestellt.

Tab. 2: Übersicht der PAK-Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

| Parameter | Einheit | oberstromig Teerölphase | Im Bereich Teerölphase | außerhalb der Teerölphase | PW | MSW |
|-----------|---------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-------|------|
| PAK (16) | µg/l | < 0,03 - 24 | 7,4 – 1.100 | < 0,03 - 35 | 0,15* | 0,8* |
| PAK (6) | µg/l | < 0,006 – 5,3 | 0,24 – 323 | < 0,006 - 25 | 0,1 | 0,2 |

* Orientierungswert lt. Baden Württemberg

PW, MSW Prüfwert, Maßnahmenschwelwert nach ÖNORM S 2088-1alt

Unmittelbar im Bereich der Teerölphase wurden auch erhöhte BTEX-Gehalte sowie erhöhte Konzentrationen an Arsen nachgewiesen. Im Abstrombereich einer Kühlwasserversickerung im Nahbereich der ehemaligen Imprägnieranlage wurden stark erhöhte Grundwassertemperaturen bis fast 23° C festgestellt.

3.2 Untersuchungen 2005 bis 2010

Im Bereich des Altstandortes „Imprägnieranstalt Enns“ wurden im Zuge der ergänzenden Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG im Zeitraum von 2005 bis 2010 folgende Untersuchungen durchgeführt.

- Abteufen von 30 Trockenkernbohrungen DN 220 bis DN 270 bis zum Grundwasserstauer, davon Ausbau von 26 Bohrungen zu Grundwassermessstellen, nachträglich 2 zusätzliche Grundwassermessstellen
- Abteufen von 17 Trockenkernbohrungen DN 170 zwischen 6 bis 8 m unter GOK
- Entnahme von insgesamt 159 Feststoffproben aus insgesamt 49 Trockenkernbohrungen
- Analyse von 45 Feststoffproben
- Entnahme und Untersuchung von Grundwasserproben aus einer unterschiedlichen Anzahl von Messstellen und Brunnen an vier Terminen
- Messung der Teerölphase an 4 Terminen
- Tiefengestaffelte Probenahmen von Grundwasser an 2 Terminen
- Durchführung von 24 h-Pumpversuchen bei 7 Grundwassermessstellen und Entnahme von Grundwasserproben während des Pumpversuches.

3.2.1 Feststoffuntersuchungen

Im Zeitraum von Anfang Oktober bis Ende November 2005 wurden insgesamt 30 Rammkernbohrungen (DN 220 bis DN 270) abgeteuft. Die Bohrungen wurden zu Endteufen zwischen 12,0 bis 16,6 m unter GOK abgeteuft, im Mittel lag die Bohrtiefe bei rund 15,2 m unter GOK. Das erbohrte Untergrundmaterial wurde organoleptisch beurteilt und entsprechend repräsentativ beprobt. Insgesamt wurden im Zuge dieser Bohrkampagne 69 Feststoffproben entnommen und davon 16 für Analysen ausgewählt. Im Zuge der Errichtung von 2 zusätzlichen Grundwassermessstellen (GS 35 und GS 36, vgl. Pkt. 3.2.2) wurden insgesamt zusätzliche 4 Feststoffproben für Analysen entnommen. Die für die Analysen ausgewählten Feststoffproben lagen fast alle knapp oberhalb des Stauers, analysiert wurden polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK-16) und der KW-Index.

Mit den Bohrungen wurde eine wesentlich größere Ausdehnung der Phase am Stauer festgestellt als bisher angenommen (vgl. Abb.8). Die Belastungen wurden durchwegs erst knapp über dem Stauer angetroffen, die darüber liegenden Bodenschichten waren generell unauffällig. Lediglich bei einer Erkundungsbohrung im Nahbereich der ehemaligen Imprägnieranlage wurden Belastungen schon rund 3 m oberhalb des Stauers festgestellt. Die analysierten Feststoffproben aus den belasteten Bereichen knapp oberhalb des Stauers wiesen hohe PAK-Gehalte (15,5 bis >10.000 mg/kg, im Mittel rund 3.100 mg/kg) sowie hohe KW-Gehalte (zwischen 34 bis >10.000 mg/kg, im Mittel rund 4.400 mg/kg) auf.

Im Februar 2008 wurden zur Erkundung der ungesättigten Bodenzone insgesamt 17 Rammkernbohrungen DN 170 abgeteuft. Die Endtiefen lagen zwischen 6 und 8 m unter GOK, im Mittel rund 7,6 m. Aus den Bohrungen wurden insgesamt 90 Feststoffproben entnommen und davon 25 analytisch auf PAK und KW-Index untersucht. Organoleptische Auffälligkeiten wurden nur bei einer Bohrung im nordwestlichen Anschüttungsbereich sowie bei einer Bohrung im Nahbereich der ehemaligen Imprägnieranlage festgestellt. Bei den restlichen Bohrungen wurden lediglich geringmächtige Anschüttungen bis rund 2 m unter GOK mit teilweise Beimengungen von Bauschutt und Schlacken angetroffen.

Analytisch wurden nur bei der Bohrung im nordwestlichen Anschüttungsbereich deutlich erhöhte PAK-Gehalte (bis 2.300 mg/kg) und KW-Index (bis 8.200 mg/kg) nachgewiesen. Geringfügig erhöhte PAK- und KW-Gehalte wurden bei zwei oberflächennahen Proben aus Anschüttungsmaterial mit Beimengungen von Schlacke nachgewiesen (Pak bis 47 mg/kg und KW-Index bis 1.300 mg/kg).

In Abb.6 ist dargestellt, an welchen Aufschlüssen entweder analytisch oder organoleptisch PAK-Belastungen nachgewiesen wurden, die im Jahr 1997 abgeteufte unbelasteten Aufschlüsse sind nicht dargestellt.

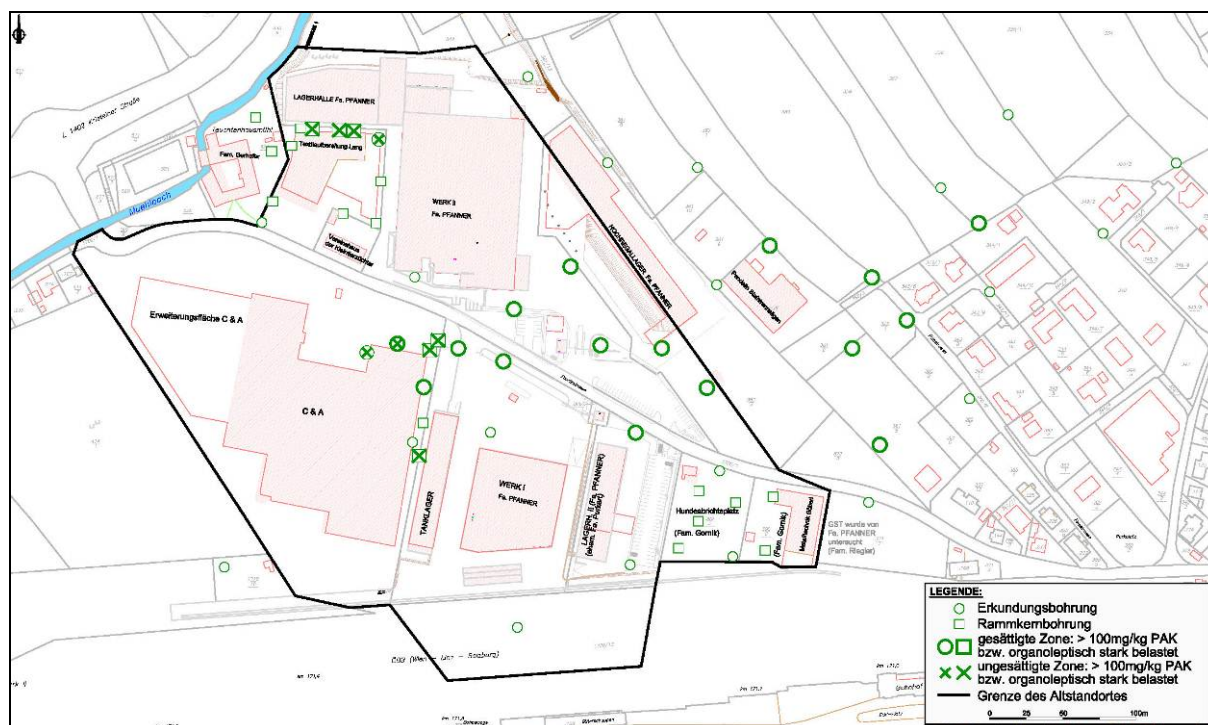


Abb.6: PAK-Belastungen im Feststoff



3.2.2 Untersuchung der Teerölphase

Im Juni 2006 wurde aus fünf Messstellen (GS 6, GS 8, GS 11, GS 22 und GS 28) Teerölphase mittels Schöpfbecher entnommen und im Labor auf folgende Parameter untersucht:

- Dichte, spezifisches Gewicht, Viskosität
- Qualitative Bestimmung der Produktzusammensetzung durch ein Trennverfahren
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK-16)
- Heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (16 Einzelsubstanzen)
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX), Mineralölkohlenwasserstoffe (KW-Index)
- Cyanid, Gesamtschwefel, Gesamtstickstoff, Lindan
- Phenol, Chlorphenole (5 Einzelsubstanzen), Chlorbenzole (12 Einzelsubstanzen)
- Schwermetalle (As, Hg, Cr, Cu, Zn), Chlornaphthalin, PCB (6 Einzelsubstanzen)

Die fünf entnommenen Proben wiesen zum Teil deutliche Unterschiede der Viskosität auf (zwischen 12 und 41 mPa*s), die höchsten Viskositäten wurden bei den Messstellen nahe der ehemaligen Imprägnieranlage (GS 8 mit 41 und GS 6 mit 24 mPa*s) festgestellt. Die Dichte des Teeröls zeigte keine Korrelation mit der Entfernung der Probenahmestelle von der Quelle.

Die chemische Zusammensetzung der Teerölphase zeigte keine signifikante Charakteristik in Zusammenhang mit der Entfernung zur Quelle. Grundsätzlich wurde folgende Zusammensetzung der Teerölphase festgestellt:

- 70 – 95 % Kohlenwasserstoffe als KW-Index
- 19 – 29 % polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (davon 16 – 33 % Naphthalin)
- 6 – 9,5 % heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (v.a. Carbazol, Dibenzothiophen und Dibenzofuran)
- bis 0,11 % BTEX
- rund 0,06 % Schwefel und 0,04 % Stickstoff
- max. 0,0011 % Phenole
- Schwermetalle in Spuren bis einige mg/kg

Die anderen analysierten Parameter waren nur in Konzentrationen unter der Bestimmungsgrenze vorhanden. Insgesamt deuten die Untersuchungsergebnisse der Teerölproben auf reinen Steinkohleteer hin, Braunkohleteer oder größere Mengen an Schutzsalzgemischen dürften nicht eingesetzt worden sein oder sind nicht in den Untergrund gelangt.

Zur Bestimmung der Menge an Teerölphase im Untergrund wurde an 5 Terminen die Schichtdicke der Teerölphase mittels eines Phasenmessgerätes ermittelt. Bei diesen Messungen wurden an insgesamt 9 Messstellen Schichtdicken bis über 1 m ermittelt, in Tab. 3 sind die Messergebnisse dargestellt.

Tab. 3: Messergebnisse der Phasenmessungen

| Messstelle | GS 2 | GS 6 | GS 8 | GS 11 | GS 12 | GS 22 | GS 28 | GS 35 | GS 36 | |
|---------------------|------------|------|--------|----------|---------|---------|---------|---------|-------|----|
| Phase an x Terminen | 1 | 4 | 5 | 3* | 4 | 4 | 5 | 1* | 1* | |
| Schichtdicke [cm] | min - max | 27 | 7 - 46 | 15 - 111 | 82 - 85 | 60 - 80 | 68 - 77 | 26 - 43 | 32 | 25 |
| | Mittelwert | - | 36 | 37 | 83 | 71 | 73 | 35 | - | - |

* GS 11 nach dem 3. Termin nicht mehr existent, GS 35 und GS 36 erst im April 2010 errichtet



Beim 1. Termin der Phasenmessung (rund 9 Monate nach Errichtung der Messstellen) wurden im Vergleich zu den folgenden Terminen teilweise stark abweichende Schichtdicken der Teerölphasen gemessen. Es ist zu vermuten, dass sich zu diesem Zeitpunkt aufgrund der hohen Viskosität des Teeröls noch kein Gleichgewicht nach der Störung durch die Bohrarbeiten eingestellt hat. In den Auswertungen zur Phasenmenge wurde der 1. Termin daher nicht weiter berücksichtigt, die ermittelte Ausdehnung der Teerölphase war bei diesem Termin nur rund 60 % der Ausdehnung der restlichen Messtermine.

In Abb.7 ist die ermittelte Ausdehnung der Teerölphase an 4 Terminen dargestellt. Eine Abschätzung des im Untergrund vorhandenen Teeröls ergibt einen phasenverunreinigten Untergrund zwischen rund 8.300 bis 10.300 m³, die laterale Ausdehnung der Teerölphase kann mit rund 27.000 bis 30.000 m² abgeschätzt werden. Unter Berücksichtigung der erst beim letzten Messtermin zur Verfügung stehenden Messstellen GS 35 und GS 36 ist anzunehmen, dass die Menge eher 10.000 m³ beträgt und die rund 8.000 m³ vermutlich unterschätzt sind. Unter der Annahme von 20 % nutzbarem Porenvolumen ergibt sich eine Gesamtmenge von rund 2 Mio Liter Teeröl im Untergrund.

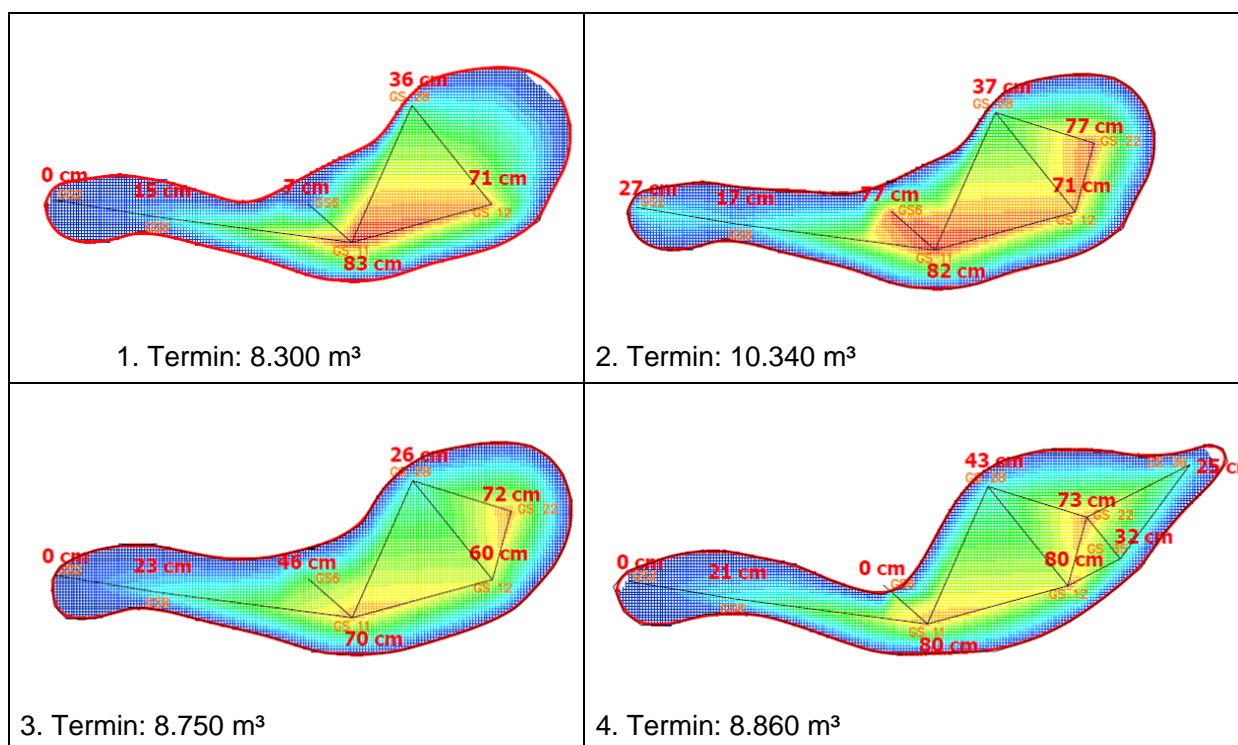


Abb.7: geschätzte Teerölmenge im Untergrund

3.2.3 Grundwasseruntersuchungen

Im Zeitraum von Anfang Oktober bis Ende November 2005 wurden von den 30 abgeteufte Rammkernbohrungen 26 zu Grundwassermessstellen mit einem Ausbaudurchmesser von DN 125 oder DN 150 ausgebaut. Alle Grundwassermessstellen wurden bis zum Stauer ausgebaut und bis über das Grundwasser verfiltert. Im April 2010 wurden zwei zusätzliche Grundwassermessstellen (GS 35 und GS 36) im Randbereich der Teerölphase errichtet. In Abb.8 ist die Lage der neuen Grundwassermessstellen (GS 9 bis GS 36), der bestehenden Grundwassermessstellen (GS 1 bis GS 8) sowie der untersuchten Brunnen dargestellt.

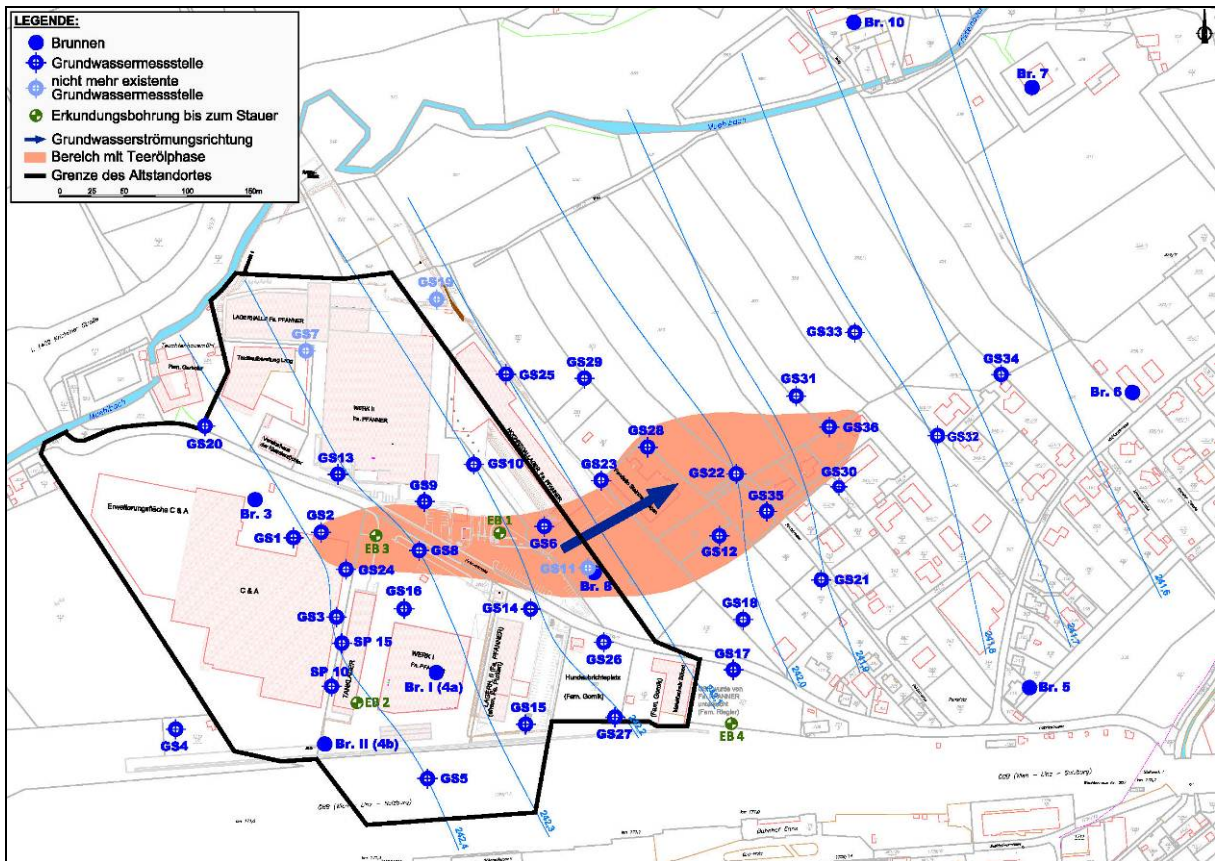


Abb.8: Lage der Grundwassermessstellen, GW-Strömung und Ausdehnung der Teerölphase

An 3 Terminen (Februar 2007, Mai 2007, Dezember 2009) wurden auf dem Altstandort sowie im weiteren Umkreis Grundwasseruntersuchungen an bestehenden und neu errichteten Messstellen sowie bestehenden Brunnen durchgeführt. Beim 2. und 3. Untersuchungstermin wurden an ausgewählten Messstellen tiefengestaffelte Proben in insgesamt 3 Tiefenstufen entnommen. Im Mai/Juni 2010 wurden an ausgewählten Messstellen 24-stündige Pumpversuche mit Probenahmen zu Beginn sowie nach 1, 2, 4, 8 und 24 Stunden Pumpdauer durchgeführt. Beim 3. Untersuchungsdurchgang und den Pumpversuchen wurden an ausgewählten Proben zusätzliche Parameter zur Verifizierung von biologischen Abbauvorgängen der Schadstoffe untersucht. Die Grundwasserproben wurden generell in einer Tiefe von rund 1,5 m über dem Stauer entnommen, bei Messstellen mit vorhandener Teerölphase wurde entsprechend von Vorversuchsergebnissen ein Mindestabstand von 1 m über der Phase eingehalten. Tab. 4 gibt einen Überblick über den Umfang der durchgeführten Grundwasseruntersuchungen.

Für eine übersichtliche Darstellung der Grundwasserqualität wurden die Ergebnisse in Abhängigkeit der räumlichen Lage der Messstellen zu folgenden drei Bereichen zusammengefasst:

Anstrom und seitlich: Br II, Br 3, GS 1, GS 3, GS 4, GS 5, GS 10, GS 13, GS 14, GS 15, GS 16, GS 17, GS 18, GS 19, GS 20, GS 25, GS 26, GS 27

Bereich Phase: GS 2, GS 6, GS 8, GS 9, GS 11, GS 12, GS 22, GS 23, GS 24, GS 28, GS 35, GS 36

Abstrom: GS 21, GS 29, GS 30, GS 31, GS 32, GS 33, GS 34



Tab. 4: Untersuchungsumfang Grundwasserpumpproben

| | Feb 07 Pump- proben | Mai 07 | | Dez 09 | | Mai 10 24 h Pump- versuche |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|----------------------------------|
| | | Pump- proben | tiefen- gestaffelt | Pump- proben | tiefen- gestaffelt | |
| Anzahl GWMSt | 33 | 22 | 10 | 23 | 8 | 7 |
| Anzahl Brunnen | 2 | 2 | - | 1 | - | 0 |
| Σ Messstellen | 35 | 24 | 10 | 24 | 8 | 7 |
| PAK-16 | 35 | 24 | 30 | 24 | 23 | 42 |
| KW-Index | 24 | 1 | 6 | 24 | 23 | 42 |
| BTEX | 24 | 3 | 4 | 5 | 23 | - |
| Phenolindex | 24 | 1 | - | - | 14 | - |
| Cyanid | 24 | - | - | - | - | - |
| Heterozyklen | 14 | 3 | 9 | - | 23 | 14 |
| Chlornaphthalin | 11 | - | - | - | - | - |
| Lindan | 11 | - | - | - | - | - |
| Chlorphenole | 15 | 3 | 4 | - | - | - |
| Chlorbenzole | 11 | - | - | - | - | - |
| Alkylphenole | 15 | 3 | 4 | - | 14 | - |
| Propyl-, Methylbenzole, Ethyltoluol | | - | - | - | 23 | - |
| Metalle | 24 | 2 | - | 24 | 14 | - |
| allg. Chemismus | 35 | 24 | 10 | 24 | 23 | 14 |
| AOX | 24 | - | - | 5 | 7 | - |
| LCKW | - | - | - | 5 | 7 | - |
| Zusatz Abbauprodukte | - | - | - | - | 23 | 9 |
| Zusatz Chemismus | - | - | - | - | - | 42 |

In den Tabellen Tab. 5 bis Tab. 7 sind ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für unterschiedliche Bereiche dargestellt.

Tab. 5: ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Anstrom und Abstrom, allgemein chemische Parameter

| Parameter | | PW | MSW | Anstrom | | | | | Abstrom | | | | |
|----------------|-------|-----|-----|---------|------|------------------|-------|--------|---------|------|------------------|------|--------|
| | | | | n | n<BG | Werte | MW | Median | n | n<BG | Werte | MW | Median |
| O ₂ | mg/l | - | - | 35 | 0 | 0,12 - 5,06 | 2,89 | 3,21 | 21 | 0 | 0,14 - 5,46 | 2,21 | 2,17 |
| el. LF | µS/cm | - | - | 51 | 0 | 594 - 1.079 | 879 | 889 | 21 | 0 | 645 - 971 | 809 | 842 |
| Redox | mV | - | - | 51 | 0 | -51 - 220 | 133 | 151 | 21 | 0 | -94 - 315 | 169 | 175 |
| Ammonium | mg/l | 0,3 | - | 51 | 31 | <0,01 - 0,04 | 0,01 | <0,01 | 28 | 14 | <0,01 - 0,031 | 0,01 | <0,01 |
| Nitrat | mg/l | 50 | - | 51 | 0 | 13 - 26 | 19 | 19 | 28 | 0 | 6,3 - 23 | 15 | 15 |
| Nitrit | mg/l | 0,3 | - | 51 | 30 | <0,01 - 0,14 | <0,01 | <0,01 | 28 | 21 | <0,01 - 0,19 | 0,02 | <0,01 |
| Sulfat | mg/l | 150 | - | 51 | 0 | 18 - 47 | 37,2 | 39 | 28 | 0 | 14 - 43 | 33 | 34,0 |
| Eisen | mg/l | - | - | 24 | 8 | <0,01 - 0,058 | 0,022 | 0,021 | 21 | 3 | <0,01 - 0,75 | 0,11 | 0,04 |
| Mangan | mg/l | - | - | 24 | 16 | <0,003 - 0,29 | 0,021 | <0,003 | 21 | 10 | <0,003 - 0,63 | 0,07 | 0,004 |

PW.... Prüfwert

n.... Anzahl der Proben

MSW.... Maßnahmenswellenwert

Σ HETs.... Summe heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

BG.... Bestimmungsgrenze



Tab. 6: ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im An- und Abstrom, teerölytische Schadstoffe

| Parameter | | PW | MSW | Anstrom | | | | | Abstrom | | | | |
|----------------|------|-----|-----|---------|------|--------------------|------|--------|---------|------|------------------|------|--------|
| | | | | n | n<BG | Werte | MW | Median | n | n<BG | Werte | MW | Median |
| PAK-15 | µg/l | 0,5 | - | 51 | 18 | <BG - 3,2 | 0,42 | 0,22 | 28 | 16 | <BG - 1,2 | 0,21 | <BG |
| Naphthalin | µg/l | 1 | - | 51 | 31 | <0,01 - 3,0 | 0,16 | <0,01 | 28 | 20 | <0,1 - 0,17 | <0,1 | <0,1 |
| KW-Index | µg/l | 60 | 100 | 24 | 23 | <50 - 70 | <50 | <50 | 21 | 21 | <50 | <50 | <50 |
| Benzol | µg/l | 0,6 | 1 | 15 | 15 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 13 | 13 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| BTEX | µg/l | 30 | 50 | 15 | 10 | <BG - 45,4 | 7,7 | <BG | 11 | 11 | <BG | <BG | <BG |
| Phenolindex | µg/l | 30 | - | 8 | 8 | <10 | <10 | <10 | 7 | 7 | <10 | <10 | <10 |
| ∑ HETs | µg/l | - | - | 3 | 1 | <BG - 0,51 | 0,28 | 0,22 | 17 | 14 | <BG - 1,5 | <BG | <BG |
| ∑ Alkylphenole | µg/l | - | - | 4 | 3 | <BG - 0,17 | <BG | <BG | 11 | 7 | <BG - 0,66 | 0,24 | <BG |

Tab. 7: ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Bereich der Phase

| Parameter | | Bereich der Phase | | | | | Parameter | | Bereich der Phase | | | | |
|----------------|-------|-------------------|------|--------------------|-------------|-------------|----------------|------|-------------------|------|---------------------|--------------|--------------|
| | | n | n<BG | Werte | MW | Median | | | n | n<BG | Werte | MW | Median |
| O ₂ | mg/l | 20 | 0 | 0,13 - 3,63 | 1,36 | 0,79 | PAK-15 | µg/l | 29 | 0 | 3,4 - 1.700 | 378 | 190 |
| el. LF | µS/cm | 26 | 0 | 617 - 945 | 784 | 799 | Naphthalin | µg/l | 29 | 7 | <0,01 - 840 | 118 | 6,9 |
| Redox | mV | 26 | 0 | -315 - 170 | -126 | -151 | KW-Index | µg/l | 22 | 1 | <50 - 19.000 | 2.811 | 1.050 |
| Ammonium | mg/l | 26 | 4 | <0,01 - 1,3 | 0,07 | 0,02 | Benzol | µg/l | 14 | 6 | <0,5 3,0 | 0,67 | 0,51 |
| Nitrat | mg/l | 26 | 2 | <0,2 - 25 | 10 | 7,4 | BTEX | µg/l | 14 | 2 | <BG - 129 | 43,8 | 32 |
| Nitrit | mg/l | 26 | 1 | <0,01 - 1,3 | 0,22 | 0,09 | Phenolindex | µg/l | 10 | 8 | <10 - 44 | <10 | <10 |
| Sulfat | mg/l | 26 | 0 | 4,5 - 51 | 32 | 32 | ∑ HETs | µg/l | 11 | 1 | <BG - 1.944 | 261 | 96 |
| Eisen | mg/l | 18 | 1 | <0,01 - 0,32 | 0,09 | 0,04 | ∑ Alkylphenole | µg/l | 13 | 7 | <BG - 3,2 | 0,76 | <BG |
| Mangan | mg/l | 18 | 2 | <0,003 - 0,35 | 0,1 | 0,05 | | | | | | | |

Im Bereich des Grundwasseranstroms sowie grundwasserstromseitlich der Teerölphase wurden grundsätzlich weder betreffend dem allgemeinem Grundwasserchemismus noch betreffend teerölytischer Schadstoffe relevante Auffälligkeiten nachgewiesen. Die Magnesiumgehalte liegen im Bereich des Prüfwertes von 30 mg/l, sonstige Ionen wurden jedoch nicht in erhöhten Gehalten festgestellt. Vereinzelt wurden geringfügig erhöhte Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen bis max. 6,2 µg/l (Summe PAK-16) und aromatischer Kohlenwasserstoffe BTEX bis max. 45,4 µg/l festgestellt. Am auffälligsten waren dabei die Messstellen GS 14 und GS 18. Die Messstelle GS 14 liegt im Nahbereich zur Teerölphase, bei der Bohrung wurde an der Basis der Kiese leichter PAK-Geruch dokumentiert. Auch bei der Messstelle GS 18 wurde bei der Bohrung leichter PAK-Geruch in der gesättigten Zone festgestellt.

Im Bereich der Teerölphase wurden generell hohe Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen sowie Kohlenwasserstoffen als KW-Index festgestellt. Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) wurden nur in vergleichsweise geringen Gehalten und Phenole nur in Spuren nachgewiesen. Die nicht angeführten und untersuchten Parameter Cyanid, Chlornaphthalin, Lindan, Chlorphenole und Chlorbenzole lagen generell unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen. (iso- und n-) Propylbenzol, (1,2,3-; 1,2,4- und 1,3,5-) Methylbenzol und (o-, p-, m-) Ethyltoluole wurden bei einer Untersuchung in geringen Gehalten nachgewiesen. Metalle waren bei allen Untersuchungen nur in geringen Gehalten unterhalb der jeweiligen Prüfwerte nachweisbar.

Betreffend allgemeinen Grundwasserchemismus wurden im Bereich der Teerölphase reduzierende Verhältnisse angetroffen, die mittleren Redoxverhältnisse wurden unter -100 mV ermittelt. Entsprechend den reduzierenden Verhältnissen wurden geringere Sauerstoff- und Nitratgehalte



bei gleichzeitig geringfügig erhöhten Nitrit- und Ammoniumgehalten festgestellt. Tendenziell wurden etwas höhere Mangan- und Eisengehalte nachgewiesen, signifikante Änderungen der Mineralisierung wurden nicht festgestellt.

Im Grundwasserabstrom wurden generell keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zum Grundwasseranstrom festgestellt. Die Sauerstoffgehalte sowie die Nitratgehalte sind im Vergleich zum Anstrom etwas niedriger. Die Redoxverhältnisse im Abstrom entsprechen in etwa jenen des Anstroms.

Da teilweise erhöhte AOX-Gehalte zwischen 5,8 bis 83 µg/l festgestellt wurden, wurden im Dezember 2009 an ausgewählten Messstellen zusätzlich leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe untersucht. Die LCKW-Gehalte waren bei allen Proben unter der Bestimmungsgrenze, die erhöhten AOX-Gehalte wurden auch bereits im Grundwasseranstrom nachgewiesen.

Zur Untersuchung von biologischen Abbauvorgängen wurden beim 3. Untersuchungstermin sowie bei den Pumpversuchen Zusatzparameter des allgemeinen Grundwasserchemismus sowie ausgewählte Abbauprodukte im Bereich der Phase und im Grundwasserabstrom untersucht. Außer Ethylnaphthalin (max. 32 µg/l) waren alle untersuchten Parameter unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Bei einigen Messstellen im Grundwasserabstrom wurden erhöhte Gesamtkeimzahlen nachgewiesen, sulfitreduzierende Chlostridien konnten nur in sehr geringem Ausmaß nachgewiesen werden. Die Eisen- und Eisen-II-Gehalte lassen keine Hinweise auf eine Eisenreduktion erkennen.

Bei den Probenahmen im Mai 2007 und Dezember 2009 wurden an ausgewählten Messstellen tiefengestaffelte Grundwasserproben entnommen. Die Probenahmen wurden dabei mit jeweils 3 Pumpen gleichzeitig durchgeführt. Die obere und untere Pumpe erzeugen dabei einen laminaren Zustrom zur mittleren Pumpe, sodass die in der mittleren Pumpe entnommene Probe einem definierten Tiefenbereich entspricht. Die tiefengestaffelten Proben wurden in einem Abstand zwischen 1,5 bis 2,0 m zueinander entnommen.

Im Bereich der Phase wurden bei den relevanten Parametern grundsätzlich unterschiedliche Gehalte in den unterschiedlichen Tiefen gemessen, eine eindeutige Schichtung war jedoch nicht gegeben (vgl. Abb.9).

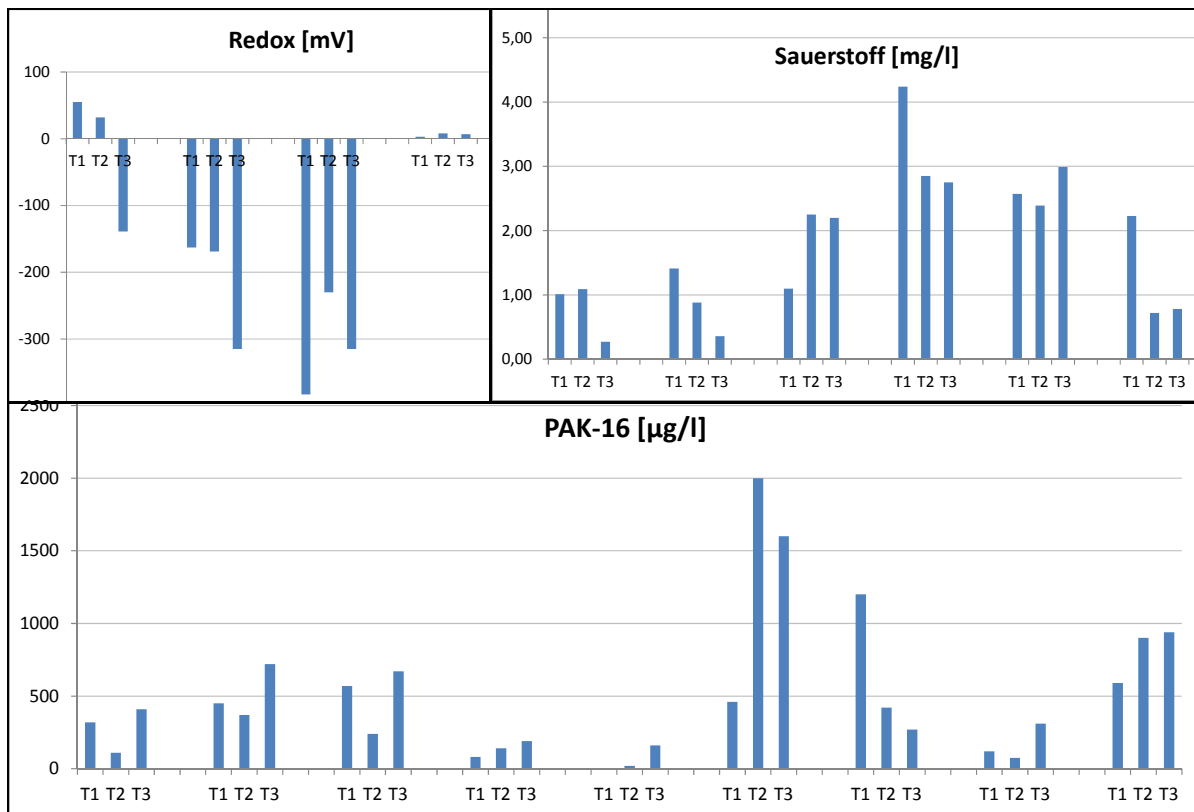


Abb.9: ausgewählte Ergebnisse der tiefengestaffelten Proben im Bereich der Teerölphase (T1 = oberflächennahe Probe)

Im Grundwasserabstrom wurde bei den 4 tiefengestaffelten Proben tendenziell eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes mit der Tiefe festgestellt, die Redoxverhältnisse zeigen hingegen kein eindeutiges Verteilungsmuster (vgl. Abb.10). Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe wurden in allen Tiefenstufen maximal in Spuren bis 0,2 µg/l nachgewiesen.

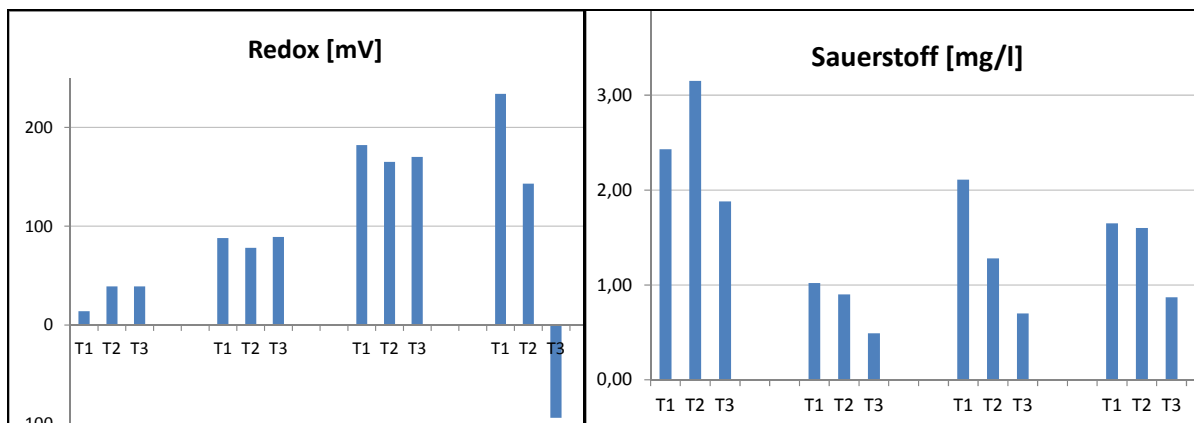


Abb.10: ausgewählte Ergebnisse der tiefengestaffelten Proben im Grundwasserabstrom (T1 = oberflächennahe Probe)

Im Mai 2010 wurden an 7 Messstellen im Grundwasserabstrom (GS 21, GS 29, GS 30, GS 31, GS 32, GS 33 und GS 34) 24-stündige Pumpversuche durchgeführt. Während der gesamten Pumpdauer wurden bei allen Messstellen jeweils 5 l/s Wasser abgepumpt, nach 5 min, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h und 24 h wurden Proben entnommen. Alle entnommenen Proben wurden auf PAK-16, KW-Index, DOC, TOC, CSB, CO₂, KBE (koloniebildende Einheiten), sulfitreduzierende Clostri-



dien, Eisen, Eisen II+, Eisen III+, Mangan, Mangan II+ und Mangan III+ untersucht. Die erste Probe (nach 5 min) wurde zusätzlich auf allgemein chemische Parameter sowie zusätzliche PAKs und Metabolite untersucht, die letzte Probe noch zusätzlich auf heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe.

Grundsätzlich wurden bei den Pumpversuchen nur sehr geringe PAK-Gehalte nachgewiesen (max. 0,07 µg/l PAK-16), lediglich bei der Messstelle GS 30 wurde im Laufe des Pumpversuchs eine eindeutige Mobilisierung festgestellt (Konzentrationen von 0,64 auf 3,4 µg/l steigend). In der Messstelle GS 30 wurden auch erhöhte Gehalte an Ethylnaphthalin (25 und 32 µg/l) nachgewiesen, bei den anderen Messstellen betragen die Konzentrationen max. 8 µg/l. Kohlenwasserstoffe als KW-Index und heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe lagen bei allen untersuchten Proben unter der Bestimmungsgrenze.

Hinsichtlich der zusätzlich untersuchten Parameter zum Nachweis von Abbauvorgängen wurden grundsätzlich keine signifikanten Ergebnisse festgestellt. Bei den Messstellen GS 30 und GS 34 wurden etwas geringere Sauerstoffgehalte (1 bis 3 mg/l) festgestellt, bei den anderen Messstellen lagen die Sauerstoffgehalte im Bereich von 4 bis 6 mg/l. Vereinzelt wurden höhere Eisen und Mangangehalte nachgewiesen, die Konzentrationen an 2- und 3-wertigen Ionen waren sehr gering. In der Messstelle GS 21 wurden bei 2 Proben erhöhte Gehalte an koloniebildenden Einheiten (>500) nachgewiesen, bei allen anderen Proben waren die Gehalte meist unter 50. Signifikant niedrigere Sulfatgehalte (< 15 mg/l) wurden nur bei der Messstelle GS 29 festgestellt, die Nitratgehalte waren bei allen untersuchten Messstellen im Bereich von 9 bis 22 mg/l. Das Redoxpotenzial war bei allen Messstellen positiv.

4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Im Bereich des Altstandortes „Imprägnieranstalt Enns“ wurde von 1869 bis 1972 eine industrielle Holzimprägnierung betrieben. Als Imprägniermittel wurde vor allem Teeröl eingesetzt, aber auch Zinkchlorid und verschiedene schwermetallhaltige Schutzsalzgemische. Nach Ende der Imprägnierung wurden im Nahbereich der ehemaligen Imprägnierkessel mehrere Jahre lang Kühlwässer versickert und damit vermutlich eine erhöhte Mobilisierung der Kontaminationen im Untergrund verursacht. Die Fläche des zentralen Anlagenbereichs und der Lagerflächen des Altstandortes waren rund 11 ha groß. Im südlichen Bereich des Altstandortes wurde zeitweise eine mobile Imprägnieranlage betrieben, nähere Angaben dazu sind nicht bekannt.

Im Laufe des rund 100 Jahre dauernden Betriebszeitraumes kam es durch jahrelange Manipulations- und Produktionsverluste zu massiven Verunreinigungen des Untergrundes mit Teeröl. Entsprechend den Eigenschaften von Teeröl hat sich die Kontamination entlang der Basis des Stauers ausgebreitet. Als Eintragsstelle wurde der ehemalige Standort der Imprägnierkessel identifiziert. Lokal wurden im gesamten Bereich des Altstandortes und in der näheren Umgebung oberflächennah Kontaminationen mit teerölytypischen Schadstoffen nachgewiesen.

In einem Teilbereich des Altstandortes wurden deutlich kontaminierte Schichten bis über 5 m unter GOK angetroffen und reichen lokal auch tiefer bis in den gesättigten Bereich (vgl. Abb.13, „Verfüllbereich Imprägnieranstalt Enns“). Direkt im Bereich dieser lokalen Verunreinigung wurden im Grundwasser gelöste PAK-Gehalte bis rund 40 µg/l nachgewiesen, vor allem Phenanthren, Fluoranthen und Pyren. Rund 100 m abstromig wurde keine Beeinträchtigung der Grundwasserqualität mehr nachgewiesen. Diese Kontaminationen können auf einer Fläche von rund 3.000 m² mit rund 8.000 m³ abgeschätzt werden. Aufgrund der weitgehenden Versiegelung dieses Bereiches ist davon auszugehen, dass die Kontaminationen in der ungesättigten Zone kaum mobili-



siert werden und die lokale Grundwasserbelastung durch kleinräumig tieferreichende Kontaminationen verursacht wird.

Im Bereich der ehemaligen Imprägnierkessel (vgl. Abb.3) wurden Kontaminationen mit teeröltypischen Schadstoffen in der ungesättigten Bodenzone auf einer Fläche von rund 2.200 m² nachgewiesen. Die Kontaminationen reichen bis zum Stauer, ausgehend vom Bereich der Messstelle GS 2 hat sich die Teerölphase entsprechend dem Stauerrelief ausgebreitet.

Die Teerölphase besteht hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen (70 – 95 %), polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (19 – 29 %) und heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (6 – 9,5 %). Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) und Phenole sind nur in geringen Anteilen enthalten, Schwermetalle wurden nur in Spuren nachgewiesen. Entsprechend der langjährigen Ausbreitung der Teerölphase wurden im Nahbereich der Eintragsstelle die höchsten Viskositäten festgestellt, rund 220 bis 330 m von der Eintragsstelle entfernt lagen die Viskositäten nur mehr zwischen 19 bis 12 mPa*s. Eventuell erfolgte auch eine erhöhte Verlagerung mobilerer Anteile der Phase durch die jahrelange Versickerung von Kühlwasser im Bereich der Eintragsstelle. Aufgrund des Alters der Kontaminationen und der mittlerweile mehrere Jahre beendeten Versickerung von Kühlwässern ist davon auszugehen, dass sich die Schadstoffphase aktuell in einem weitgehend stationärem Zustand befindet.

Hinsichtlich polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe wurden hauptsächlich 3- und 4-Ring PAK mit mittlerer bis geringer Wasserlöslichkeit sowie ein hoher Anteil an Naphthalin nachgewiesen. In Abb.11 ist die Verteilung der PAK entsprechend der Wasserlöslichkeit der Einzelsubstanzen dargestellt. Beim qualitativen Screening der Teerölphase wurde auch ein relevanter Anteil an Methylnaphthalin, das eine ähnliche Wasserlöslichkeit wie Naphthalin aufweist, nachgewiesen (24,6 bis 25,8 mg/l, je nach Isomer).

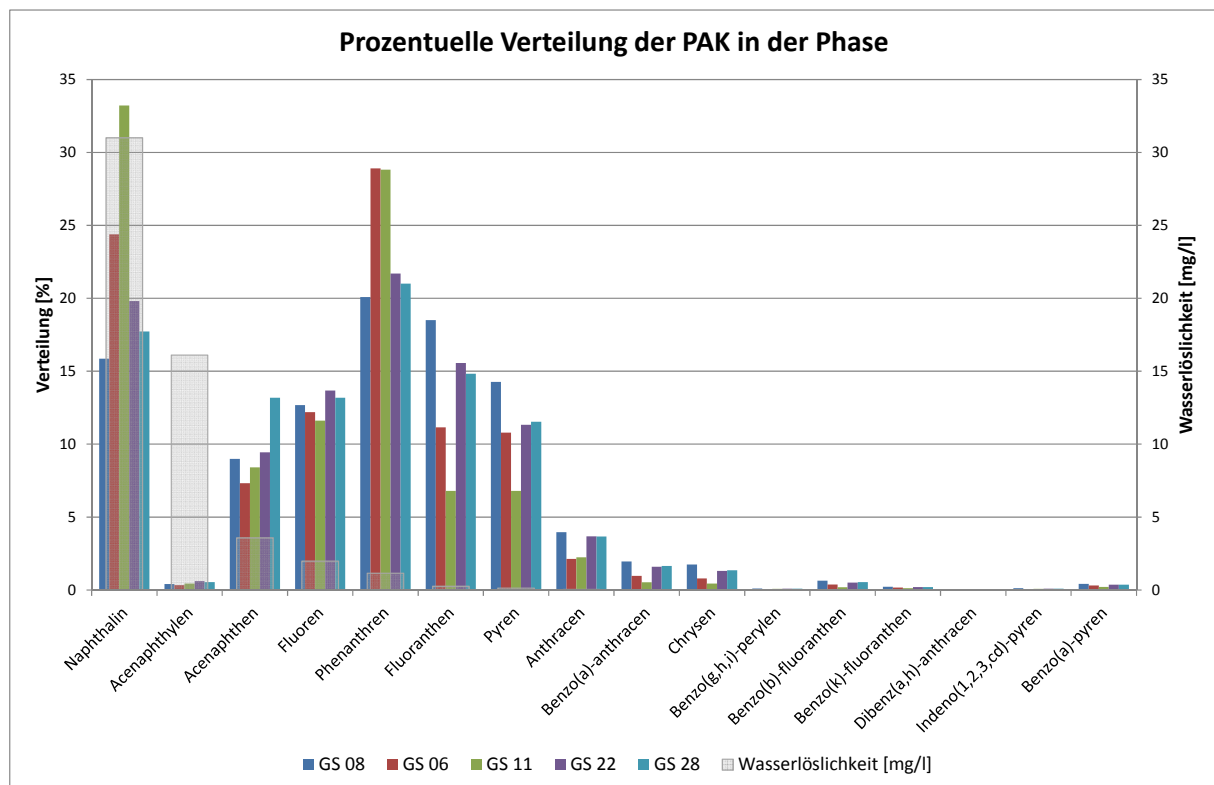


Abb.11: Verteilung der PAK-16 in der Teerölphase



Hinsichtlich der wesentlich besser wasserlöslichen heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen zeigt sich grundsätzlich ein erhöhter Anteil an geringer wasserlöslichen Substanzen (vgl. Abb.12). Es ist jedoch zu beachten, dass z.B: Methylbenzothiophen noch eine höhere Wasserlöslichkeit als Naphthalin besitzt.

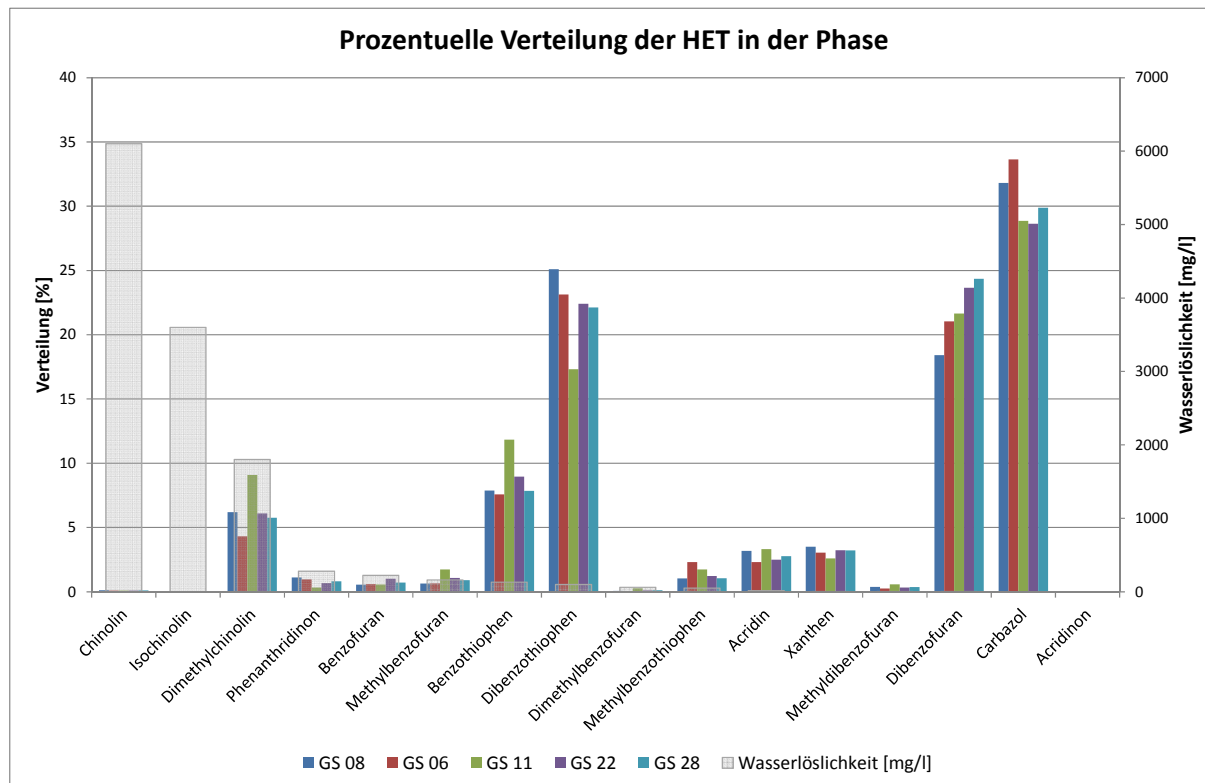


Abb.12: Verteilung der NSO-Heterozyklen in der Teerölphase

Entsprechend einer etwa Richtung Ostnordost verlaufenden Stauerinne hat sich die Teerölphase über eine Länge von rund 450 m ausgebreitet, die Breite des Phasenkörpers beträgt rund 40 bis 140 m (vgl. Abb.13). Insgesamt kann der Phasenkörper mit einer Fläche von 27.000 bis 30.000 m² und einem Volumen von rund 10.000 m³ abgeschätzt werden. Bei einem angenommenen nutzbaren Porenvolumen von rund 20 % ergibt sich eine Teerölphase von rund 2 Mio Liter (entspricht bei der mittleren Dichte von 1,088 g/cm³ etwa 2.180 to Teeröl). Entsprechend der festgestellten Zusammensetzung des Teeröls kann die Menge an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen mit etwa 480 to, die Menge an heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen mit rund 150 to und die Menge an Kohlenwasserstoffen als KW-Index mit rund 1.550 to abgeschätzt werden.

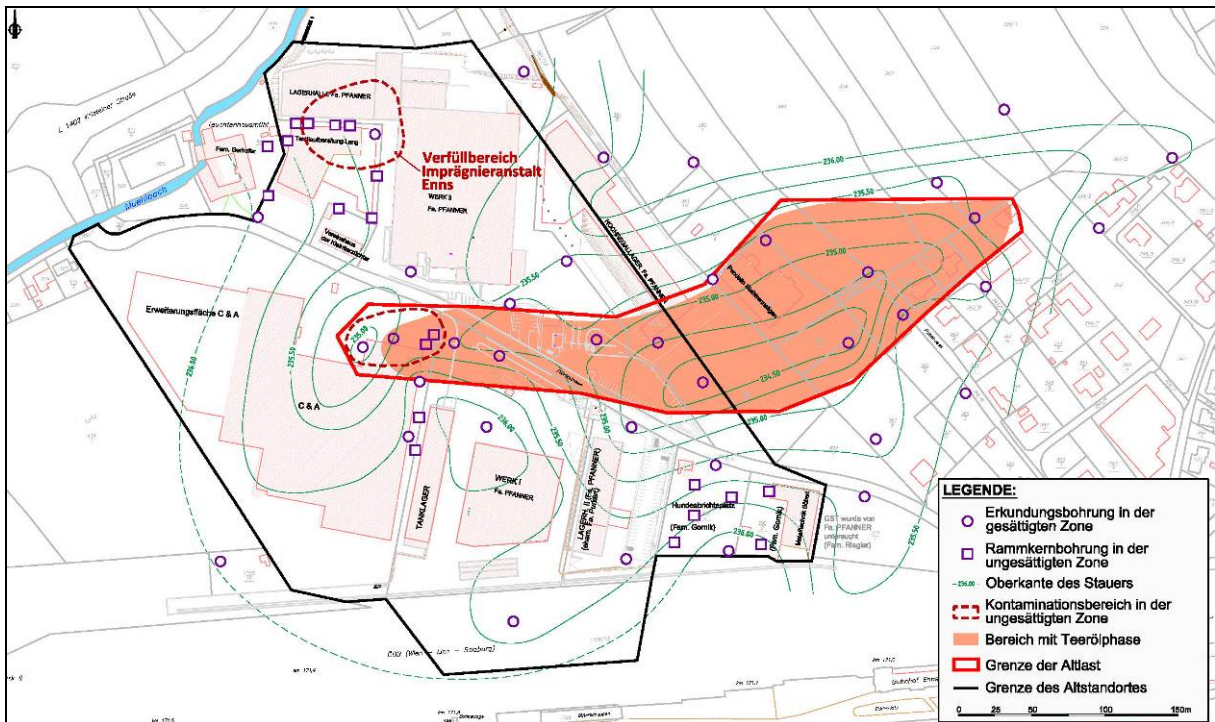


Abb.13: Darstellung des Schadensbildes und Stauerrelief mit Grenze der Altlast

Im Bereich der Teerölphase ist das Grundwasser massiv mit gelösten Schadstoffen belastet, insbesondere mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (Mittelwert 499 µg/l, Median 270 µg/l) und heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (Mittelwert 261 µg/l, Median 96 µg/l) und Kohlenwasserstoffen als KW-Index (Mittelwert 2,8 mg/l, Median 1,1 mg/l). Die Redoxverhältnisse sind eindeutig negativ (unter -100 mV), die niedrigen Sauerstoff- und Nitratgehalte weisen auf einen Schadstoffabbau unter sauerstoff- und nitratreduzierenden Bedingungen hin.

Im Vergleich mit der Zusammensetzung der Phase zeigt sich, dass die Verteilung der gelösten polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe gut mit der Phasenzusammensetzung übereinstimmt (Korrelationskoeffizient von 0,95). Tendenziell sind die in der Phase enthaltenen besser löslichen Einzelsubstanzen auch vermehrt in gelöster Form vorhanden. In Abb.14 ist für den Bereich der Teerölphase die Verteilung der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe in der Teerölphase und gelöst im Grundwasser dargestellt, verwendet wurden die Mittelwerte an den untersuchten Messstellen. Bei den Messstellen im Nahbereich der Eintragsstelle (GS 8 und GS 6) wurden auffallend niedrige gelöste Naphthalinanteile festgestellt (unter 1 %, bzw. max. 0,54 µg/l), obwohl in der Phase hohe Naphthalinanteile (16 bis 25 %) vorhanden sind.

Betreffend den heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen korreliert die Verteilung zwischen der Teerölphase und den gelösten Schadstoffen kaum (Korrelationskoeffizient < 0,5). In Abb.15 ist ersichtlich, dass in gelöster Form vor allem Dibenzofuran und Benzothiophen festgestellt wurden. Die in der Phase in hohen Anteilen vertretenen Substanzen Carbazol und Dibenzothiophen wurden in gelöster Form jedoch in vergleichsweise geringen Gehalten nachgewiesen.

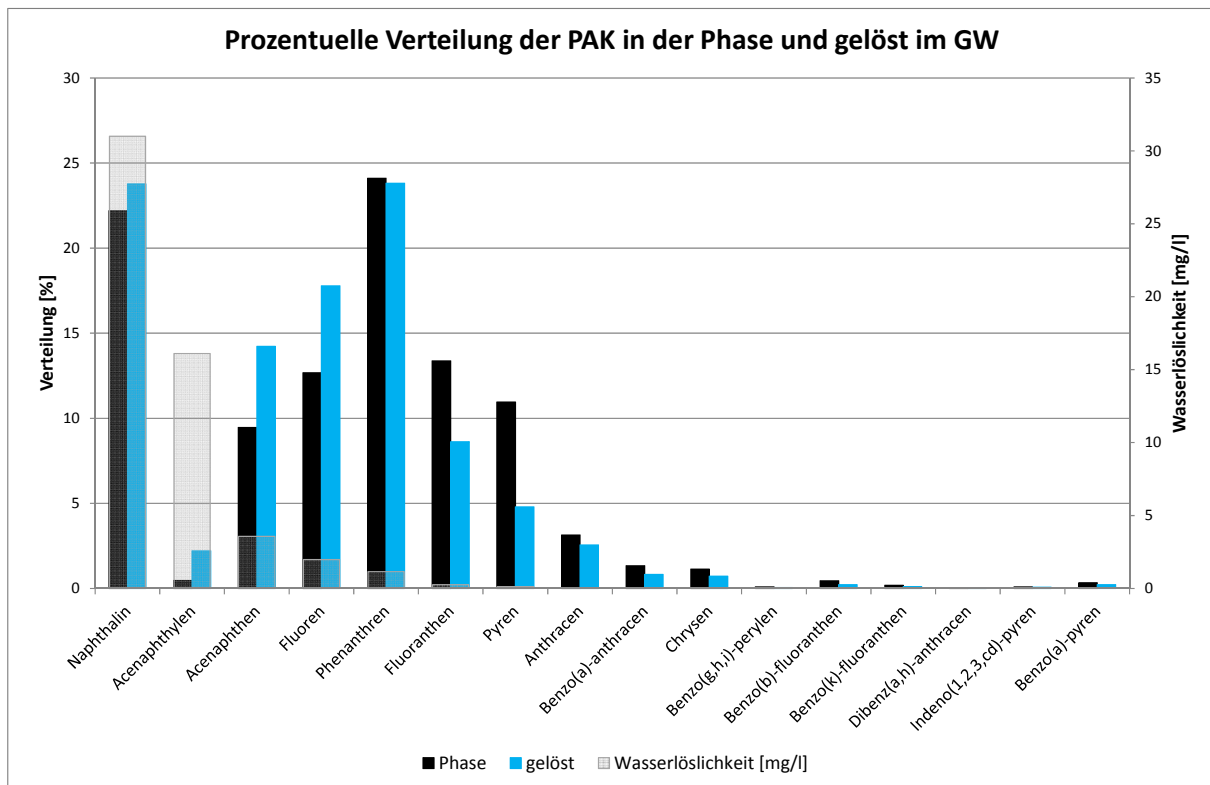


Abb.14: Verteilung der PAK in der Teerölphase und gelöst im GW im Bereich der Teerölphase

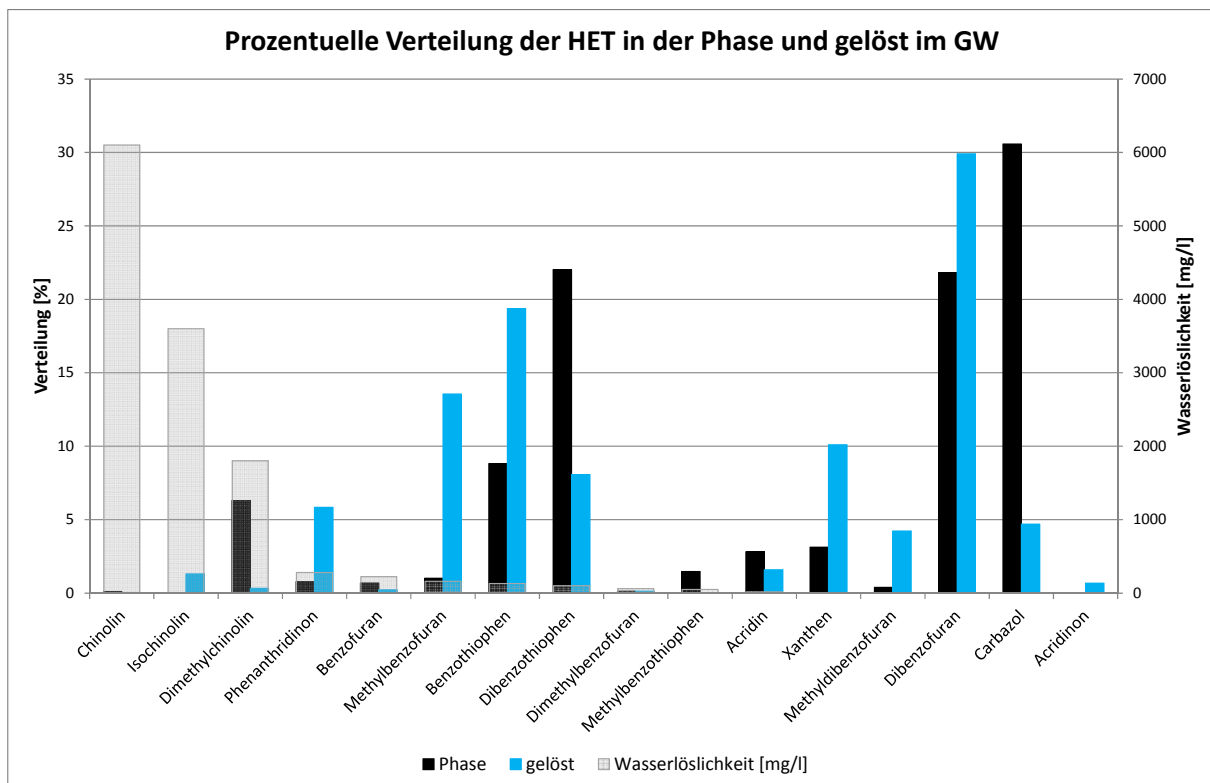


Abb.15: Verteilung der heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe in der Teerölphase und gelöst im GW im Bereich der Teerölphase



Eine Abschätzung der im Bereich der Teerölphase mit dem Grundwasserstrom transportierten gelösten Schadstoffe ergab für die 3 Untersuchungstermine folgende Schadstofffrachten:

Tab. 8: Abschätzung der gelösten Schadstofffrachten im Bereich der Phase

| Werte in g/d | erhebl. Fracht | Feb 07 | Mai 07 | Dez 09 |
|---------------------------------------|----------------|--------------|------------|------------|
| polyzyklische aromatische KW (PAK-15) | 1 | 198 | 152 | 114 |
| Naphthalin | 2 | 51 | 34 | 44 |
| KW-Index | 50 | 1.100 | 477 | 642 |
| heterozyklische aromatische KW | - | 46 | 50 | 1,6 |
| aromatische KW (BTEX) | 25 | 23 | 16 | 10 |
| Benzol | 0,5 | 0,2 | 0 | 0,26 |

Die Gehalte an heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen waren teilweise auffallend schwankend. Da die Analytik von heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen derzeit noch nicht als Routineanalytik angesehen werden kann, können auch Unschärfen bei der Analytik nicht ausgeschlossen werden. Insbesondere bei den Grundwasseruntersuchungen im Dezember 2009 wurden auffallend geringe Gehalte an heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen nachgewiesen, Doppeluntersuchungen in einem 2. Labor ergaben tendenziell höhere Gehalte. Die ermittelte geringe Schadstofffracht im Dezember 2009 ist daher als unplausibel zu werten.

Unter Vernachlässigung einer üblicherweise exponentiellen Abnahme der Auswaschungsvorgänge ergeben sich rein rechnerisch die in Tab. 9 angeführten Zeiträume bis zu einem vollständigen Abtransport der in der Teerölphase enthaltenen Schadstoffe mit dem Grundwasser. Tatsächlich ist mit längeren Zeiträumen zu rechnen, zudem ist davon auszugehen, dass nicht mehr mobile Restbelastungen auf unbestimmte Zeit im Untergrund verbleiben.

Tab. 9: Abschätzung der Dauer der natürlichen Auswaschung (lineare Annahme)

| | Teerölphase [to] | Transport mit GW [kg/a] | theoret. Dauer bis vollständiger Auswaschung [a] |
|---------------------------------------|------------------|-------------------------|--|
| polyzyklische aromatische KW (PAK-16) | 480 | 72 | 6.670 |
| heterozyklische aromatische KW | 150 | 62 | 2.420 |
| KW als KW-Index | 1.550 | 270 | 5.740 |

Im Grundwasserabstrom des Phasenbereichs wurden kaum gelöste Schadstoffe nachgewiesen. PAK wurden im Abstrom nur in Spuren festgestellt, lediglich bei der Messstelle GS 30 wurde im Zuge von 24-stündigen Pumpversuchen ein Anstieg der PAK-Gehalte auf 3,4 µg/l festgestellt. Untersuchungen betreffend möglichem Schadstoffabbau haben keine eindeutigen Hinweise auf einen massiven Schadstoffabbau im Abstrom der Teerölphase ergeben. Bei natürlichen Abbauvorgängen von PAK sollten generell abnehmendes Redoxpotenzial, sinkende Sauerstoff- und Nitratgehalte, zunehmende Nitrit- und Ammoniumgehalte sowie vermehrte Löslichkeit von Eisen und Mangan nachgewiesen werden. Im Grundwasserabstrom des Phasenbereichs wurden diese Effekte jedoch nur in geringem Ausmaß und teilweise diffus verteilt nachgewiesen. Auch Zusatzuntersuchungen auf spezielle Abbauprodukte ergaben keinen schlüssigen Hinweis auf massiven Schadstoffabbau.

Insgesamt ist festzustellen, dass rund 50 m abstromig des Phasenbereichs, in dem rund 500 µg/l PAK gelöst im Grundwasser festgestellt wurden, gelöste Schadstoffe nur in Spuren nachgewiesen wurden. Unter Berücksichtigung der abgeschätzten Fließgeschwindigkeit des Grundwassers



von rund 0,5 bis 3 m/d ergibt sich eine Verweildauer von etwa 15 bis 100 Tagen. In diesem Zeitraum sind Abbauprozesse grundsätzlich möglich, unter natürlichen Bedingungen wurde ein derart rascher und vollständiger Abbau von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen bisher kaum beobachtet. Analytische Fehler können weitgehend ausgeschlossen werden, da diese niedrigen Schadstoffgehalte im Grundwasserabstrom bei mehreren Messterminen nachgewiesen wurden und auch durch Doppeluntersuchungen eines zweiten Labors bestätigt wurden.

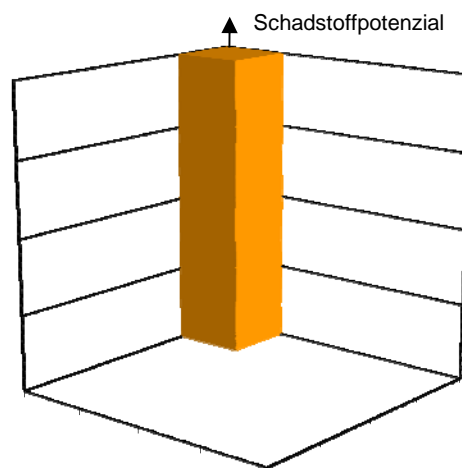
Zusammenfassend zeigen die Untersuchungen, dass sich im Untergrund ausgehend vom ehemaligen Standort der Imprägnierkessel eine Teerölphase am Stauer auf einer Fläche von rund 30.000 m² ausgebreitet hat. Im gesamten Bereich der Teerölphase ist das Grundwasser massiv mit teerölytypischen Schadstoffen (vor allem polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen) belastet, im Grundwasserabstrom sind kaum Kontaminationen nachweisbar, die gelöste Schadstofffahne ist kürzer als 50 m. Aufgrund der im Untergrund vorhandenen Schadstoffmengen und der Eigenschaften der Schadstoffe ist davon auszugehen, dass sich sowohl die Teerölphase als auch die Kontaminationen des Grundwassers in einem stationären Zustand befinden und sich mittel- bis langfristig weder die Schadstoffkonzentrationen noch die Schadstofffrachten im Grundwasser signifikant verringern werden. Die erheblich kontaminierten Bereiche ausgehend vom ehemaligen Standort der Imprägnierkessel (vgl. Abb.13) stellen eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar.

5 PRIORITÄTENKLASSIFIZIERUNG

Maßgebliches Schutzgut für die Bewertung des Ausmaßes der Umweltgefährdung ist das Grundwasser. Die maßgeblichen Kriterien für die Prioritätenklassifizierung können wie folgt zusammengefasst werden:

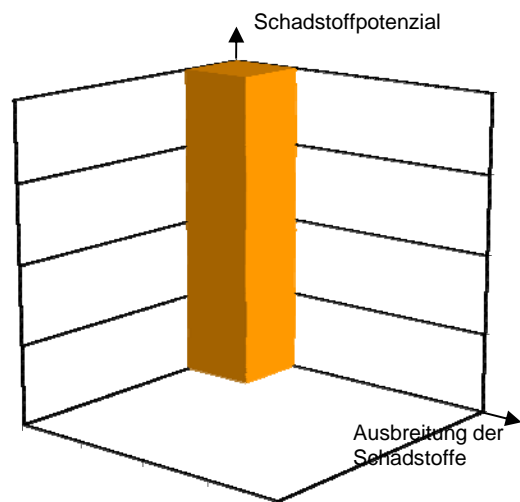
5.1 Schadstoffpotenzial: äußerst groß (4)

Im Bereich des Altstandortes wurde von 1869 bis 1972 eine industrielle Imprägnieranlage betrieben. Ausgehend vom Standort der ehemaligen Imprägnierkessel hat sich am Stauer eine Teerölphase ausgebreitet. Die Teerölphase hat sich auf einer Fläche von rund 30.000 m² und einer Längserstreckung von rund 450 m entsprechend dem Stauerrelief ausgebreitet. Im Nahbereich der Phase wurde auch stark PAK-kontaminierter Untergrund festgestellt. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe weisen aufgrund ihrer stofflichen Eigenschaften eine hohe Stoffgefährlichkeit auf, die in relevanten Mengen vorliegenden Einzelsubstanzen Acenaphthen und Fluoren sind als besonders gefährlich einzustufen. Insgesamt kann der mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen erheblich verunreinigte Untergrund im Bereich des Altstandortes mit rund 30.000 m³ abgeschätzt werden, davon ca. 2 Mio Liter Teeröl. Die im Untergrund vorhandene Schadstoffmenge an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen kann mit über 500 t abgeschätzt werden. Insgesamt ergibt sich ein äußerst großes Schadstoffpotenzial.



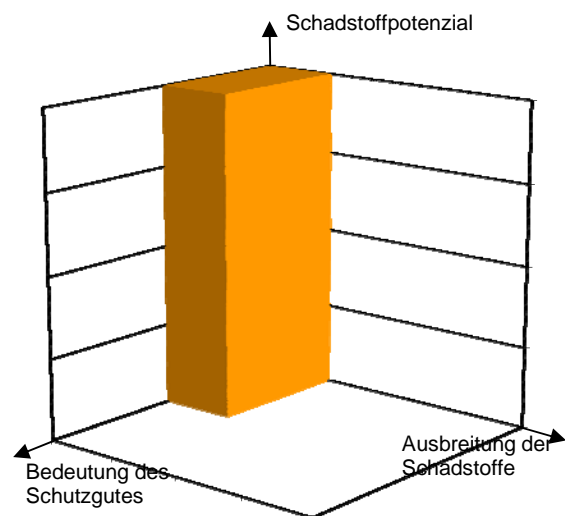
5.2 Schadstoffausbreitung: lokal (1)

Im Bereich der Teerölphase ist das Grundwasser massiv mit PAK und anderen teerölytypischen Schadstoffen belastet. Abstromig der Teerölphase sind im Grundwasser gelöste Schadstoffe nur im Spurenbereich vorhanden. Die mit dem Grundwasser im Abstrom transportierte gelöste Schadstofffracht an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen kann mit maximal 0,1 g/d für PAK-15 und 0,25 g/d für Naphtalin abgeschätzt werden und ist als gering zu bewerten. Die Länge der aktuellen Schadstofffahne kann mit maximal 50 m abgeschätzt werden. Aufgrund Art und Alter der Kontamination sowie der aktuellen Fließverhältnisse des Grundwassers ist mittel- bis langfristig keine signifikante Änderung der Schadstofffahne zu erwarten. Der geringen Schadstofffracht und der kurzen Schadstofffahne entsprechend ist die Schadstoffausbreitung insgesamt als lokal zu beurteilen.



5.3 Bedeutung des Schutzgutes: gut nutzbar (2)

Das Grundwasser ist grundsätzlich quantitativ gut nutzbar, das Grundwasserdargebot ist groß. Im Bereich des Altstandortes wird das Grundwasser betrieblich als Kühlwasser genutzt. Im Grundwasserabstrom bestehen private Nutzungen für Wärmepumpen sowie Hausbrunnen, die zu Bewässerungszwecken genutzt werden. Trinkwassernutzungen sind weder im Bereich des Altstandortes noch im näheren Abstrom vorhanden.



5.4 Prioritätenklasse – Vorschlag: (2)

Entsprechend der Bewertung der vorhandenen Untersuchungsergebnisse, der Gefährdungsabschätzung und den im Altlastensanierungsgesetz § 14 festgelegten Kriterien schlägt das Umweltbundesamt die Einstufung in die Prioritätenklasse 2 vor.



6 HINWEISE ZUR NUTZUNG DES ALTSTANDORTES

Derzeit wird der Bereich der Altstandort großteils gewerblich genutzt, im östlichsten Teil der Teerölphase befinden sich Felder und einzelne Einfamilienhäuser. Unabhängig von erforderlichen Sanierungsmaßnahmen sind bei der Nutzung zumindest folgende Punkte zu beachten:

- Das Grundwasser im Bereich der Teerölphase und des unmittelbaren Abstromes ist nicht zur Nutzung als Trinkwasser geeignet. Bei einer Nutzung des Grundwassers als Brauchwasser wäre die Eignung in Abhängigkeit der tatsächlichen Kontaminationen und der Nutzungsart zu bewerten. Um eine neuerliche Mobilisierung und Ausbreitung der Teerölphase ausschließen zu können, sollte die Errichtung weiterer Brunnen oder punktförmiger Versickerungen im Phasenbereich und dessen Umgebung (ca. 100 m) vermieden werden.
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung von Oberflächen muss die Art der Ableitung der Niederschlagswässer eingehend untersucht werden. Eine erhöhte Mobilisierung von Schadstoffen und ein erhöhter Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser durch Versickerungen muss ausgeschlossen werden.
- Im gesamten Bereich des Altstandortes und ist mit lokalen Kontaminationen des Untergrundes zu rechnen. Die bei Tiefbauarbeiten ausgehobenen Abfälle müssen den geltenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechend behandelt bzw. entsorgt werden.
- Durch eine Änderung der Nutzung dürfen sich keine neuen Gefahrenmomente ergeben und der Umweltzustand nicht verschlechtert werden (z.B. zusätzliche Mobilisierung von Schadstoffen).

7 HINWEISE ZUR SANIERUNG

7.1 Ziele der Sanierung

Auf Grund der Eigenschaften der Schadstoffe, der Standortverhältnisse, der Verteilung der Schadstoffe im Untergrund (dreidimensionales Schadensbild) sowie der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse sind bei der Definition des Sanierungszieles insbesondere folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Im unmittelbaren Grundwasserabstrom ist unter den aktuellen Randbedingungen keine erhebliche Grundwasserverunreinigung gegeben.
- Das Schadstoffpotenzial und die Teerölphase sind in zweckmäßigem Umfang so weit zu reduzieren oder im Mobilitätsverhalten zu verändern, dass eine mehr als geringfügige Ausbreitung von gelösten Schadstoffen langfristig ausgeschlossen werden kann und die Erhaltung der Grundwasserqualität im Abstrom sicher gestellt ist.
- Es sollte geprüft werden, ob eine wesentliche Reduktion der Schadstoffkonzentrationen und -frachten des Grundwassers im Bereich der Teerölphase technisch möglich und unter Abwägung von Aufwand und Nutzen zweckmäßig ist. Eine Wiederherstellung der natürlichen Beschaffenheit des Grundwassers erscheint auch langfristig nicht möglich.

Die Festlegung der standortspezifischen Sanierungszielwerte sollte unter Beachtung der beschriebenen Gesichtspunkte erfolgen. Sanierungszielwerte sind für die relevanten Schadstoffe (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoff-



fe, KW-Index und ggf. weitere toxikologisch relevante Schadstoffe) zu definieren. Darüber hinaus müssen dazu auch die notwendigen Maßnahmen zur Überwachung der Sanierung (z.B. Probenahmestellen; Art der Probenahme; Zeitpunkt und Häufigkeit der Probenahmen; anzuwendende Analyseverfahren) sowie Auswertungsregeln für die Messwerte (z.B. Unterschreitung des Sanierungszielwertes über zumindest ein halbes Jahr an jeder untersuchten Grundwasserprobe) eindeutig nachvollziehbar konkretisiert werden.

7.2 Empfehlungen zur Variantenstudie

In Zusammenhang mit der Durchführung einer Variantenstudie und in Zusammenhang mit dem vom Lebensministerium im Jahr 2009 veröffentlichten „Leitbild Altlastenmanagement“ (insbesondere Leitsätze 4 und 5) wird eine Berücksichtigung folgender Punkte empfohlen:

- Dem Schadensbild entsprechend ist auf einer Fläche von rund 30.000 m² eine Teerölphase im Ausmaß von rund 2 Mio Liter Teeröl am Grundwasserstauer vorhanden.
- Derzeit ist die Ausdehnung der Teerölphase am Stauer insbesondere am östlichen Randbereich noch mit Unsicherheiten behaftet.
- Natürlich stattfindende Abbauprozesse im Grundwasserabstrom sollten näher erkundet und hinsichtlich der längerfristigen Fahnenentwicklung beurteilt werden.
- Entsprechend dem Schadensbild und den Standortverhältnissen können mit Sicherungsmaßnahmen nur geringe primäre Umwelteffekte erzielt werden.
- Bei der Entwicklung eines abgestuften Konzeptes könnten Maßnahmen zur Beobachtung mit Maßnahmen zur Dekontamination kombiniert werden. Maßnahmen zur Beobachtung (zumindest Kontrolluntersuchungen/Beweissicherung im Grundwasserabstrom) sollten kurzfristig umgesetzt und dauerhaft aufrecht erhalten werden.

DI Helmut Längert e.h.



Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Imprägnieranstalt Enns / Schlammteiche Einsiedl , 1., 2., 3., 4. und 5. Zwischenbericht; Linz, Juli 1997, Oktober 1997, Jänner 1998
- Imprägnieranstalt Enns / Schlammteiche Einsiedl , Abschlussbericht; Linz, Oktober 1998
- Ergänzende Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG 1989 bei der Altlast O 45 „Imprägnieranstalt Enns“, 1., 2. Und 3. Zwischenbericht, Linz, Juli 2004, August 2006 und Juli 2008
- Ergänzende Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG 1989 bei der Altlast O 45 „Imprägnieranstalt Enns“, Zusammenfassender Endbericht, Linz, Juli 2011
- Leitbild Altlastenmanagement, sechs Leitsätze zur Neuausrichtung der Beurteilung und Sanierung von kontaminierten Standorten; Wien, Mai 2009
- ÖNORM S 2088-1: Altlasten - Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser, 1. September 2004

Die Untersuchungen in den Jahren 1997 bis 1998 und 2004 bis 2011 wurden im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft veranlasst und finanziert.